

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Helical-scan digital video cassette recording system using 12,65 mm (0,5 in) magnetic tape – Format HD-D5 –
Part 2: Compression format**

**Système de magnétoscope numérique à cassette à balayage hélicoïdal sur bande magnétique de 12,65 mm (0,5 in) – Format HD-D5 –
Partie 2: Format de compression**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62330-2:2003



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2003 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Helical-scan digital video cassette recording system using 12,65 mm (0,5 in)
magnetic tape – Format HD-D5 –
Part 2: Compression format**

**Système de magnétoscope numérique à cassette à balayage hélicoïdal sur
bande magnétique de 12,65 mm (0,5 in) – Format HD-D5 –
Partie 2: Format de compression**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 33.160.40; 35.240.99

ISBN 978-2-83220-461-0

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Acronyms	6
4 Video processing	8
4.1 Overview	8
4.2 Video signal.....	9
4.3 Block formation	11
4.4 SMBG distribution.....	16
4.5 DCT	19
4.6 Categorization and weighting	20
4.7 CG shuffling	24
4.8 RMB shuffling	27
4.9 Quantization	29
4.10 Rate control.....	29
4.11 VLC.....	29
4.12 Packing.....	33
Annex A (normative) Overlapped block DCT coding for robustness.....	44
Figure 1 – Block diagram of outline about video processing	9
Figure 2 – Transmitting samples of 1 080i system	10
Figure 3 – Transmitting samples of 720p system	11
Figure 4 – Overlapped blocking of luminance (Y) pixels	12
Figure 5 – Overlapped blocking of colour difference C_B/C_R pixels	13
Figure 6 – Macro block structure in 1 080i system and 720p systems.....	13
Figure 7 – Super macro block structure in 1 080i system and 720p systems.....	14
Figure 8 – Pixel arrangement for blocking of 1 080i system.....	15
Figure 9 – The arrangement of SMBs in one field for 1 080i system	16
Figure 10 – The arrangement of SMBs in one frame for 720p system.....	16
Figure 11 – SMBG distribution in 1 080i system	17
Figure 12 – SMBG distribution in 720p system.....	18
Figure 13 – The structure of DCT coefficient block	20
Figure 14 – CG shuffling for Y	25
Figure 15 – CG shuffling for C	26
Figure 16 – RMB shuffling	28
Figure 17 – The order of VLC coding	30
Figure 18 – Structure of C3RMB.....	34
Figure 19 – Rearrangement of VLC data codewords	36
Figure 20 – Data structure of one 1 080i field/720p frame	37
Figure 21 – Main data DIF block packing	42
Figure 22 – Packing the compressed data in 5 760 DIF Blocks	43
Figure A.1 – The process of missing coefficient reproduction.....	44

Table 1 – The construction of video signal sampling	9
Table 2 – Categorization of Y signal	21
Table 3 – Categorization of C_B signal	21
Table 4 – Categorization of C_R signal	21
Table 5 – Table $CY_0(t, u)$	21
Table 6 – Table $CY_1(t, u)$	22
Table 7 – Table $CY_2(t, u)$	22
Table 8 – Table $CY_3(t, u)$	22
Table 9 – Table $CC_0(t, u)$	23
Table 10 – Table $CC_1(t, u)$	23
Table 11 – Table $CC_2(t, u)$	23
Table 12 – Codewords for variable length coding (1).....	30
Table 13 – Codewords for variable length coding (2).....	31

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62330-2:2003

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HELICAL-SCAN DIGITAL VIDEO CASSETTE RECORDING SYSTEM USING 12,65 mm (0,5 in) MAGNETIC TAPE – FORMAT HD-D5 –

Part 2: Compression format

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attentions drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62330-2 has been prepared by Technical Area 6: Higher data rate storage media and equipment of IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

This bilingual version (2012-11) corresponds to the monolingual English version, published in 2003-05.

It was submitted to the national committees for voting under the Fast Track Procedure as the following documents:

CDV	Report on voting
100/505/CDV	100/604/RVC

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

The French version of this standard has not been voted upon.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2008. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IEC 62330 consists of the following parts, under the general title *Helical-scan digital video cassette recording system using 12,65 mm (0,5 in) magnetic tape – Format HD-D5*.

Part 1: VTR specifications

Part 2: Compression format

Part 3: Data stream format

Part 1 describes the VTR specifications which are tape, magnetization, helical recording, modulation method and basic system data for high definition video compressed data on 29,97 or 59,94 frame rate.

This part 2 describes the specifications for encoding process and data format for 1080i and 720p systems.

Part 3 describes the specifications for transmission of HD-D5 compressed video and audio data stream over 360 Mb/s serial digital interface.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62330-2:2003

HELICAL-SCAN DIGITAL VIDEO CASSETTE RECORDING SYSTEM USING 12,65 mm (0,5 in) MAGNETIC TAPE – FORMAT HD-D5 –

Part 2 – Compression format

1 Scope

This part of IEC 62330 defines the encoding process of the HD-D5 video compression and its data format for the 1 080/59,94i system (hereinafter referred to as the 1 080i system) and the 720/59,94p system (hereinafter referred to as the 720p system).

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

ITU-R BT.1543, *1 280 × 720, 16 × 9 progressively-captured image format for production and international programme exchange in the 60 Hz*

ITU-R BT.709, *Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange*

3 Acronyms

BUF	Buffer memory
C	Colour difference signal
C3RMB	Compressed data of 3 RMBs
C(t, u)	The value of the DCT coefficient at frequency (t, u)
C _B /C _R	Colour difference signal
CC0 ~ CC2	Categories for C DCT block
Ccoef()	C DCT CG
CG	Coefficient group
CGNR	CG number of one Y/C DCT coefficient block in one RMB
CGNS	CG number of one Y/C DCT coefficient block in one SMB
CN	C3RMB number in one RMBG
CRcoef()	Rearranged C DCT CG
CS	C DCT block number in one SMB
CY0 ~ CY3	Categories for Y DCT block
DCT	Discrete cosine transform
DIF	Digital interface
DIF(n)	DIF block numbered n
DN	DIF block number
EOB	“End of block” code
EOM	“End of 3 RMBs” code

exnor	Logical exclusive nor
f()	Offset value table for SMBG distribution
FCB	Category flag of C_B DCT block
FCB'	Category flag of C_B DCT block
FCR	Category flag of C_R DCT block
FCR'	Category flag of C_R DCT block
FFL	Field number flag
FMB	Category flag of the MB
FMB'	Category flag of the MB
FYa ~ FYd	Category flags of the four DCT blocks (Ya ~ Yd) of the MB
FYa' ~ FYd'	Category flags of the four DCT blocks (Ya ~ Yd) of the MB
H	The horizontal SMB position number in one video field (1 080i system) or one video frame (720p system)
HR	The column position number of RMB
HS	The column position number of SMB in one SMBG
IDCT	Inverse discrete cosine transform
int (A)	Integer part of A
LEN	The byte length of C3RMB
MB	Macro block
mod	Modulus operator
N.A.	Not applicable
Offset()	Offset value for RMB shuffling
P(r, s)	The value of the pixel at the position (r, s) in Y/C DCT block
Qno	Quantization number
Qstep	Quantization step value
r	The horizontal pixel position number in Y/C DCT block
Rg	The RMBG number within the RMBs
RMB	Rearranged macro block
RMBG	Rearranged macro block group
Rn	The number of RMB coding order in each RMBG
s	The vertical pixel position number in Y/C DCT block
SA	The starting address of the remainder data in buffer memory
SABM	One byte data of SA (two bytes)
Sg	The SMBG number in one video field (1 080i system) or one video frame (720p system)
SMB	Super macro block
SMBG	Super macro block group
t	The horizontal frequency number in Y/C DCT coefficient block
TableCY0 ~ 3	Set up value tables for Y weighting function
TableCC0 ~ 2	Set up value tables for C weighting function
u	The vertical frequency number in Y/C DCT coefficient block
V	The vertical position number of SMB in one video field (1 080i system) or one video frame (720p system)
VLC	Variable length coding

VR	The row position number of RMB
VS	The row position number of SMB in one SMBG
$W(t, u)$	Weighting value at frequency (t, u)
Y	Luminance signal
$Y_a \sim Y_d$	Four Y DCT blocks in one MB
$Y_{coef}()$	Y DCT CG
YR	The Y DCT coefficient block number in one RMB
$YR_{coef}()$	Rearranged Y DCT CG
YS	The Y DCT block number in one SMB
Z	The row position number of the RMB after RMB shuffling
ZRL	Code of 15 successive zero coefficients followed by a coefficient of zero amplitude

4 Video processing

4.1 Overview

Luminance (Y) and colour difference components (C_B and C_R) from 1 080i or 720p video signal are sampled by 74,25/1,001 MHz and 37,125/1,001 MHz respectively.

After discarding samples in vertical and horizontal blanking periods, active video samples are divided into four super macro block groups (SMBG) per field (1 080i) or per frame (720p). Each SMBG consists of 1 080 super macro blocks (SMB).

Each SMB consists of two MBs. Each MB consists of four luminance DCT blocks (8×4 pixel matrix) and one each of C_B DCT block (8×8 pixel matrix) and C_R DCT block (8×8 pixel matrix).

As described later, two horizontally adjacent luminance DCT blocks are overlapped by one pixel column at their junction. Two horizontally adjacent chrominance DCT blocks are overlapped by one pixel column at their junction when they are formed into SMB.

Each DCT block is transformed to represent DC and AC coefficients. Coefficients are weighted through the prearranged categories prior to shuffling, then formed into rearranged MBs (RMB).

DCT coefficients within one rearranged MB group (RMBG) are quantized, and made into a fixed length data set through VLC.

The VLC output code words from one RMBG are formed into 360 DIF blocks.

The compressed video data for one 1 080i field or one 720p frame consists of 5 760 DIF blocks.

The block diagram of the outline about video processing is shown in Figure 1.

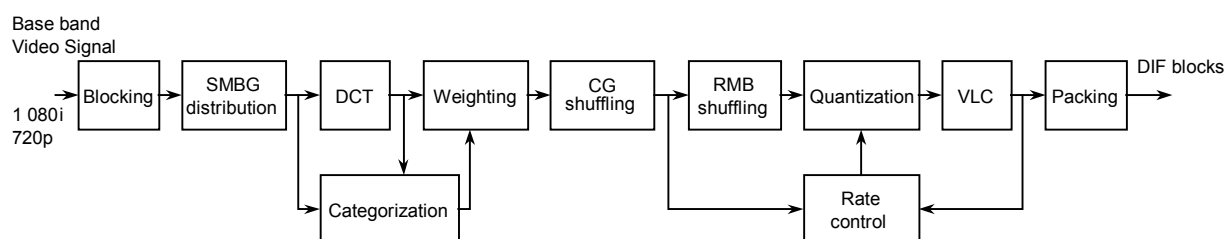


Figure 1 – Block diagram of outline about video processing

4.2 Video signal

4.2.1 Sampling process

The sampling structure is defined in ITU-R BT.709 and ITU-R BT.1543. Sampling structures of the luminance (Y) and the two colour difference signals (C_B/C_R) are described in Table 1.

4.2.1.1 Line structure in one field (1 080i system) or frame (720p system)

For the 1 080i system, 540 lines for Y, C_B and C_R signals from each field shall be transmitted. For the 720p system, 720 lines for Y, C_R and C_B signals from each frame shall be transmitted. The transmitting lines on a television frame are defined in Table 1.

Table 1 – The construction of video signal sampling

		1 080i system		720p system	
Sampling frequency	Y	74,25 MHz / 1,001			
	C _B /C _R	37,125 MHz / 1,001			
Total number of pixels per line	Y	2 200		1 650	
	C _B /C _R	1 100		825	
The number of active pixels per line	Y	1 920		1 280	
	C _B /C _R	960		640	
Total number of lines per frame		1 125		750	
The number of active lines per frame		1 080		720	
The active line numbers		Field 1	21 to 560	Frame	26 to 745
		Field 2	584 to 1 123		
Quantization		Each sample is linearly quantized to 10 bits for Y, C _B and C _R			
The relation between video signal level and quantized level	Scale	4 to 1 019			
	Y	Quantized level:		877	
		Video signal level of white:		940	
		Video signal level of black:		64	
	C _B /C _R	Quantized level:		897	
Video signal level of gray:		512			

4.2.1.2 Pixel structure in one field (1 080i) / in one frame (720p)

– 1 080i system

All sampled pixels, 1 920 luminance pixels per line and 960 colour difference pixels, are retained for processing as shown in Figure 2. The sampling process starts simultaneously for both luminance and colour difference signals.

– 720p system

All sampled pixels, 1 280 pixels per line and 640 colour difference pixels, are retained for processing as shown in Figure 3. Sampling processes start simultaneously for both luminance and colour difference signals.

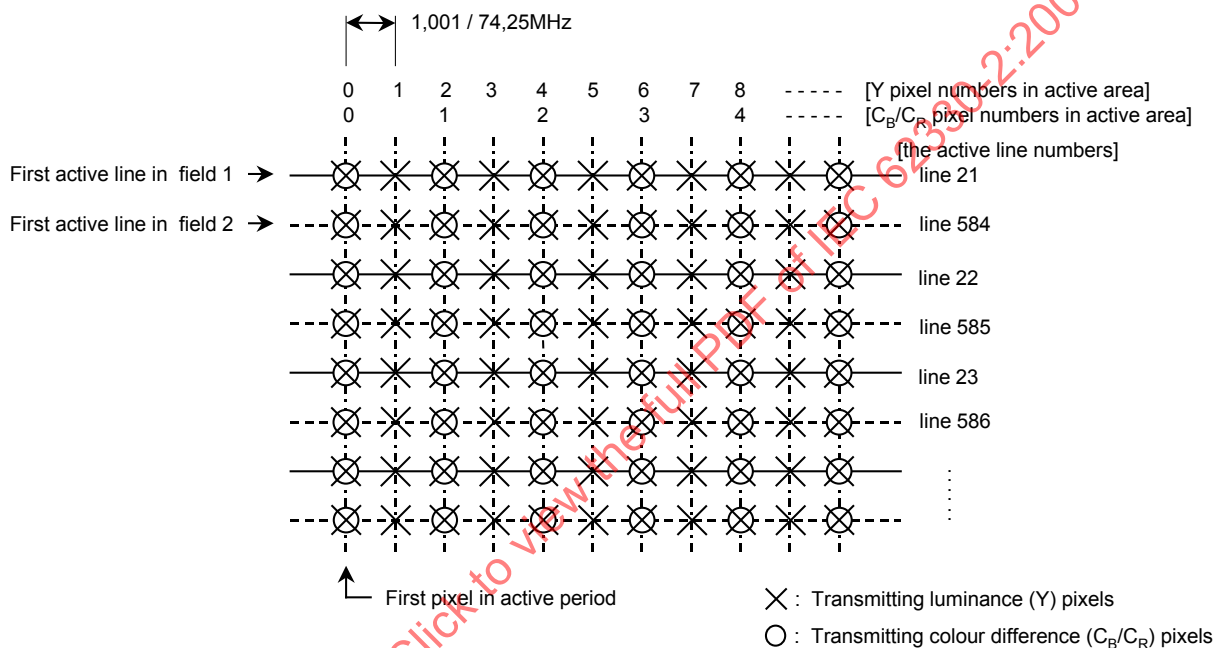


Figure 2 – Transmitting samples of 1 080i system

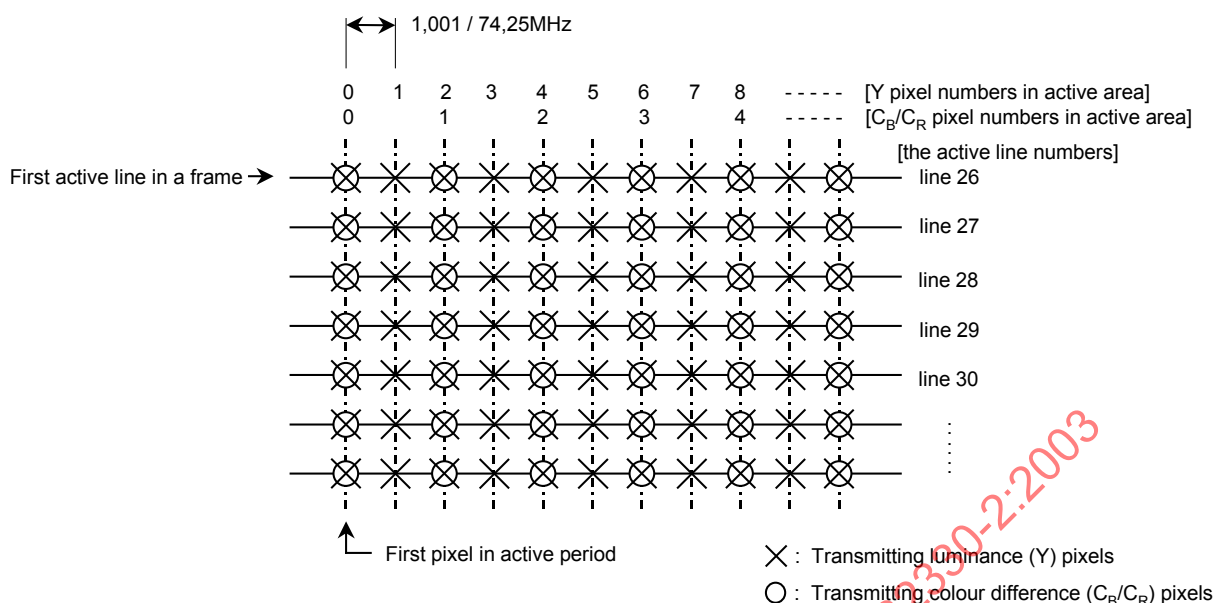


Figure 3 – Transmitting samples of 720p system

4.3 Block formation

4.3.1 DCT block, macro block (MB) and super macro block (SMB)

4.3.1.1 DCT block

The Y pixels in a field (1 080i system) and in a frame (720p system) shall be divided into rectangular areas of 15 horizontal pixels and 4 lines. Two Y DCT blocks (one Y DCT block pair) are made from each one of the rectangular areas as shown in Figure 4. In each Y DCT block pair, the rightmost pixel in the left DCT block is overlapped with the leftmost pixel in the right DCT block (overlapped blocking).

The C_B/C_R pixels in a field (1 080i) and in a frame (720p) shall be divided into rectangular areas of 15 horizontal pixels and 8 lines. Two C DCT blocks (one C DCT block pair) are made from each one of the rectangular areas as shown in Figure 5. In each C DCT block pair, the rightmost pixel in the left block is overlapped with the leftmost pixel in the right block (overlapped blocking). Overlapped blocking is used for the robustness of error (see Annex A).

Let r be the horizontal pixel position number in Y/C DCT block

$$r = 0, 1, 2, \dots, 7.$$

Let s be the vertical pixel position number in Y/C DCT block

$$\text{For Y block } s = 0, 1, 2, 3$$

$$\text{For C block } s = 0, 1, 2, \dots, 7.$$

Let $P(r, s)$ be the value of the pixel at the position (r, s)

4.3.1.2 Macro block (MB)

Each macro block (MB) in the 1 080i system and the 720p system consists of two Y DCT block pairs, one C_B DCT block and one C_R DCT block. Two Y DCT block pairs are vertically adjacent. C_B DCT block and C_R DCT block spatially correspond to the two Y DCT block pairs. Four Y DCT blocks (Y_a, Y_b, Y_c, Y_d), one C_B DCT block and one C_R DCT block are shown in Figure 6.

4.3.1.3 Super macro block (SMB)

As shown in Figure 7, each super macro block (SMB) in the 1 080i system and the 720p system consists of two macro blocks which are horizontally adjacent. Two C DCT blocks of C_B/C_R in one super macro block are one C DCT block pair of C_B/C_R .

Let YS be the Y DCT block number in each SMB as shown in Figure 7.

YS = 0, 1, 2, ..., 7.

Let CS be the C DCT block number in each SMB as shown in Figure 7.

CS = 0, 1.

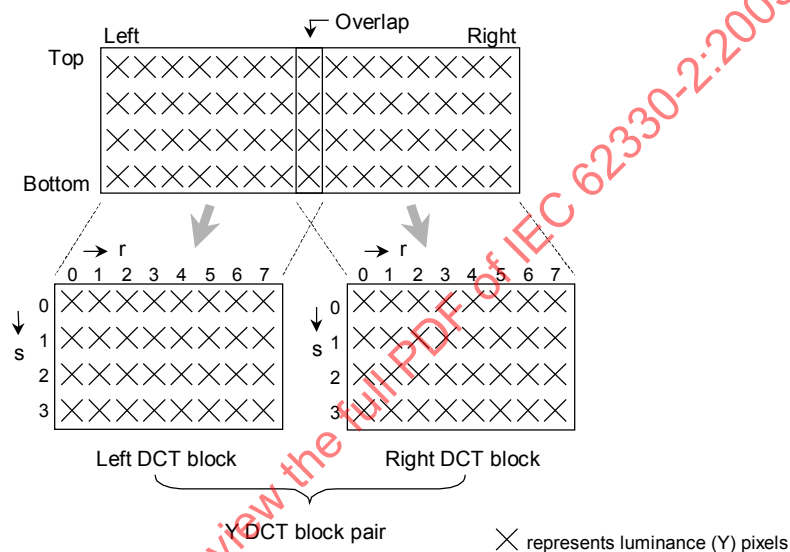


Figure 4 – Overlapped blocking of luminance (Y) pixels

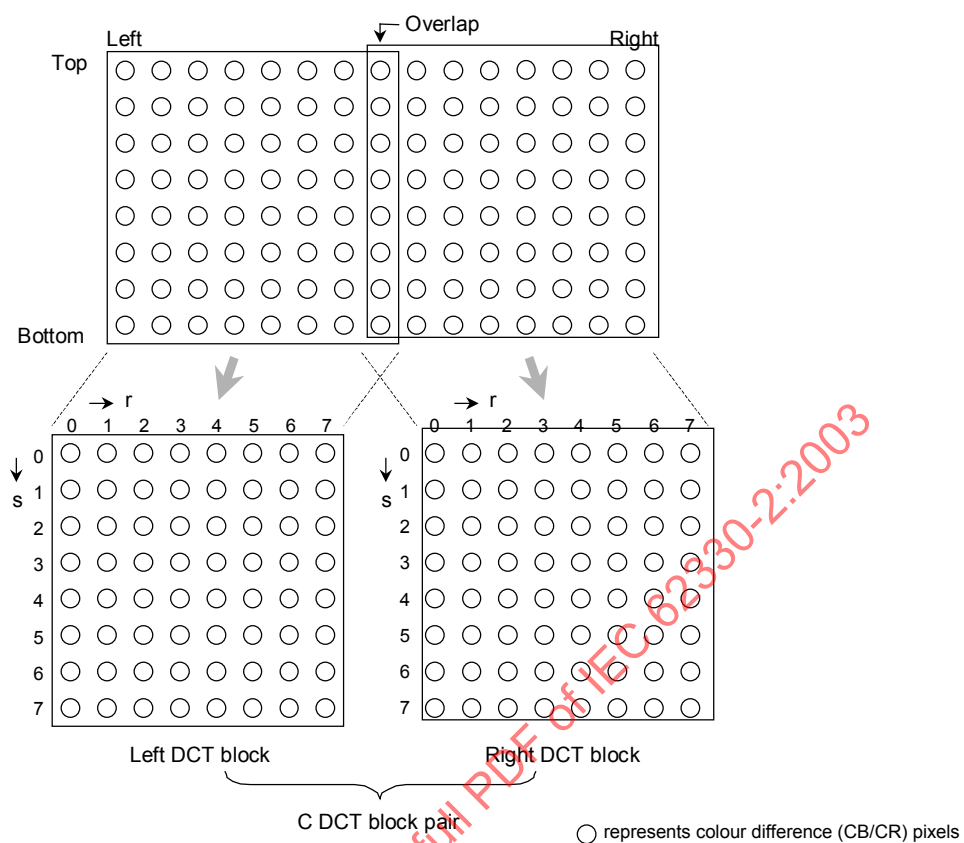


Figure 5 – Overlapped blocking of colour difference C_B/C_R pixels

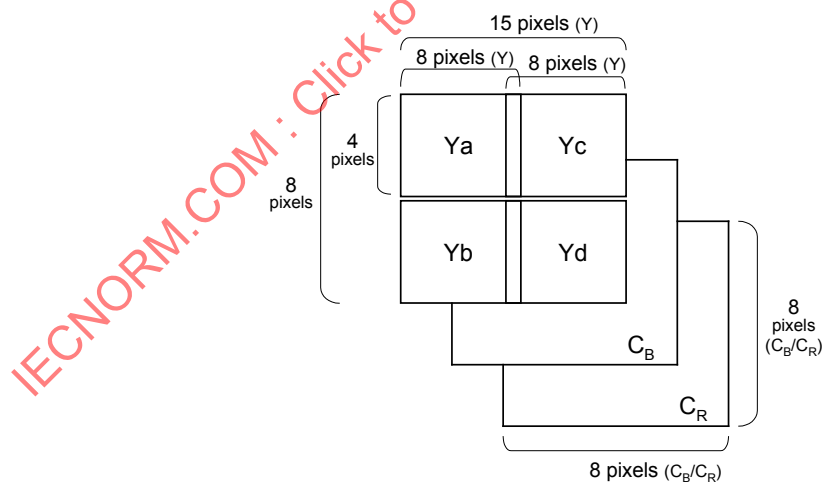


Figure 6 – Macro block structure in 1080i system and 720p systems

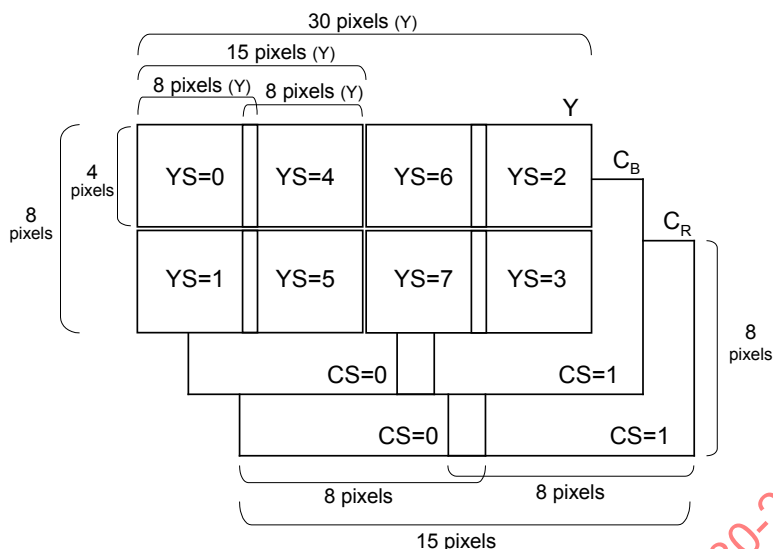


Figure 7 – Super macro block structure in 1 080i system and 720p systems

4.3.2 Super macro block arrangement

4.3.2.1 1 080i system

The vertical field dimension, 540 pixel long, is not divisible into an integer by the vertical dimension of the SMB, 8 pixels long.

In order to place all SMBs within the 1 920 × 540 pixel matrix of the 1 080i field, removal and attachments of half height SMBs are required as shown in Figure 8.

1) Y pixels

- Pixels in four rectangular areas of the horizontal pixel position number from $(480 \times N)$ to $(59 + 480 \times N)$ and from $(360 + 480 \times N)$ to $(419 + 480 \times N)$ in the active area and line position number from 536 to 539 in the active area shall be moved horizontally 1 020 pixel positions to the right, vertically 4 lines to the bottom ($N = 0, 1$).
- Pixels in two rectangular areas of the horizontal pixel position number from $(240 + 480 \times N)$ to $(359 + 480 \times N)$ in the active area and line position number from 536 to 539 in the active area shall be moved horizontally 840 pixel positions to the right, vertically 4 lines to the bottom ($N = 0, 1$).
- Pixels in four rectangular areas of the horizontal pixel position number from $(960 + 480 \times N)$ to $(1 019 + 480 \times N)$ and from $(1 320 + 480 \times N)$ to $(1 379 + 480 \times N)$ in the active area and line position number from 536 to 539 in the active area shall be moved horizontally 900 pixel positions to the left, vertically 4 lines to the bottom ($N = 0, 1$).
- Pixels in two rectangular areas of the horizontal pixel position number from $(1 200 + 480 \times N)$ to $(1 319 + 480 \times N)$ in the active area and line position number from 536 to 539 in the active area shall be moved horizontally 1 080 pixel positions to the left, vertically 4 lines to the bottom ($N = 0, 1$).

2) C_B/C_R pixels

C_B/C_R pixels occupy the positions held by the even numbered Y horizontal pixel numbers. The half height SMB replacement operation, identical to the Y pixels as described above, is performed for C_B/C_R pixels.

The arrangement of the SMBs in one field is shown in Figure 9. The same horizontal arrangement of 64 SMBs is repeated with 67 SMBs in the vertical direction from top, and there are 32 SMBs in the horizontal direction at the bottom. The number of SMBs in one field is 4 320 as described below:

$$(\text{vertical } 67 \text{ SMBs} \times \text{horizontal } 64 \text{ SMBs}) + 32 \text{ SMBs} = 4\,320 \text{ SMBs}$$

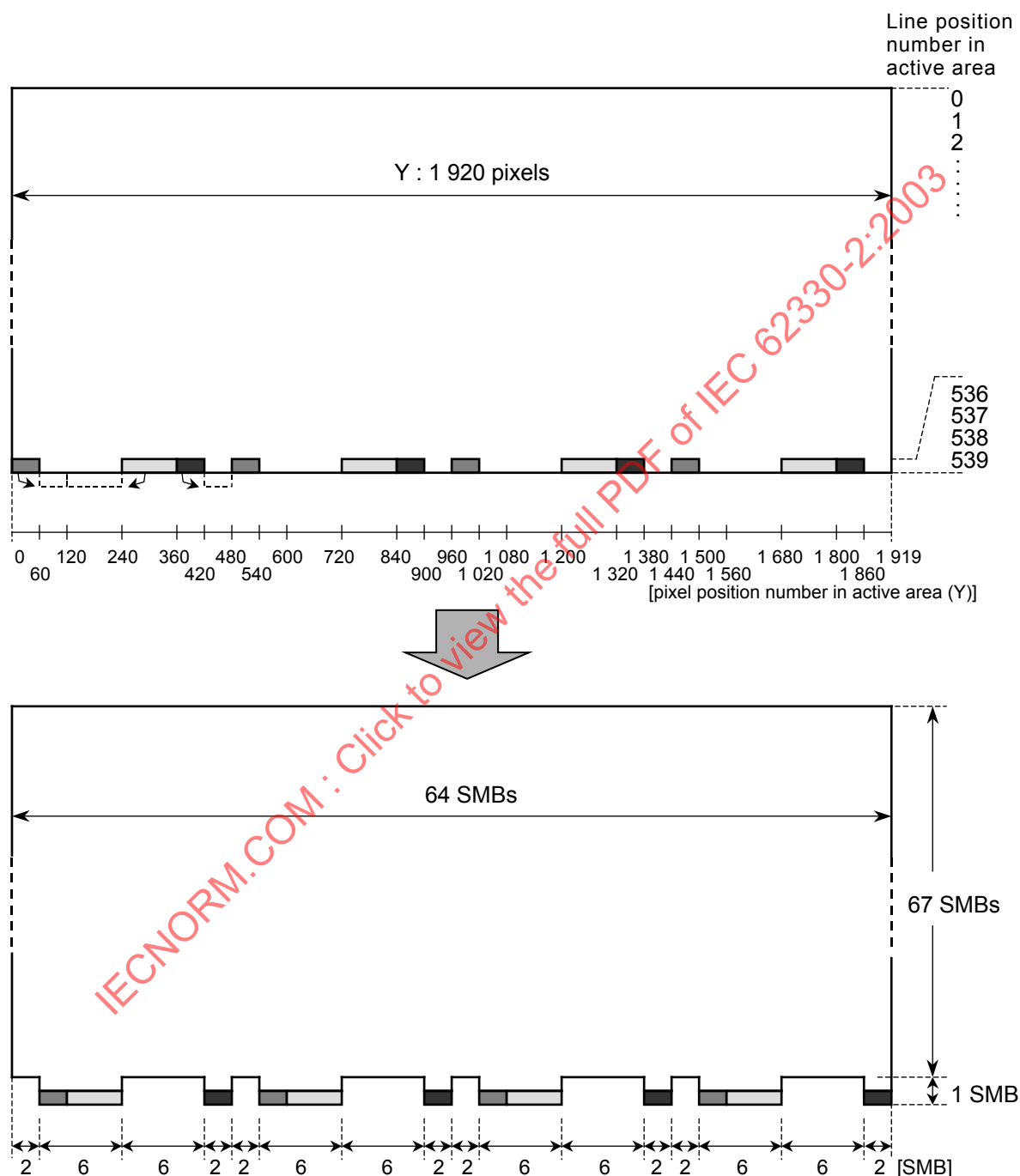


Figure 8 – Pixel arrangement for blocking of 1 080i system

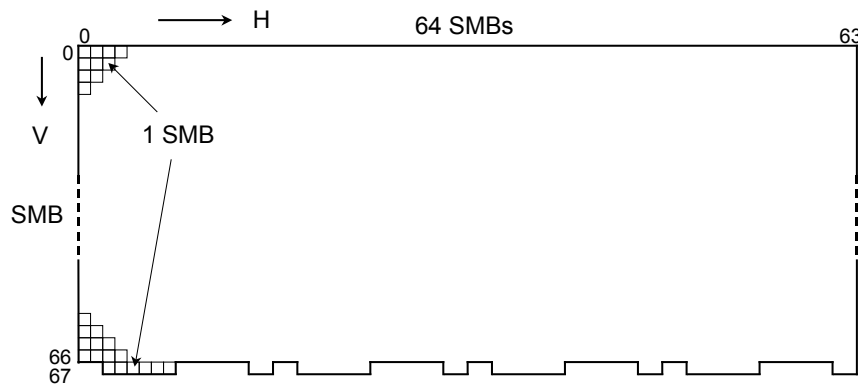


Figure 9 – The arrangement of SMBs in one field for 1 080i system

4.3.2.2 720p system

As the first step of block formation, 160 dummy of Y pixels and 80 dummy of C_B/C_R pixels are added as rightmost pixels in each line. The value of dummy shall be “040h” for Y and “200h” for C.

The arrangement of SMBs in one frame for the 720p system is shown in Figure 10. The same horizontal arrangement of 48 SMBs is repeated with 90 SMBs in the vertical direction from top to bottom. The number of SMBs in one frame is 4 320 as described below:

$$\text{vertical 90 SMBs} \times \text{horizontal 48 SMBs} = 4\,320 \text{ SMBs}$$

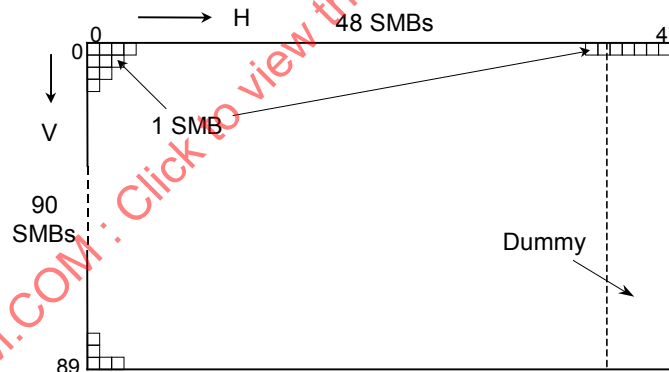


Figure 10 – The arrangement of SMBs in one frame for 720p system

4.4 SMBG distribution

4.4.1 1 080i system

4 320 SMBs in one field are divided into four SMBGs as shown in Figure 11.

Let H be the horizontal position number of SMB within the video field

$$H = 0, 1, 2, \dots, 63.$$

Let V be the vertical position number of SMB within the video field

$$V = 0, 1, 2, \dots, 67.$$

Let HS be the column position number of SMB within one SMBG

$$HS = 0, 1, 2, \dots, 5.$$

Let VS be the row position number of SMB within one SMBG

VS = 0, 1, 2, ..., 179.

Let Sg be the SMBG number in one field

Sg = 0, 1, 2, 3.

The distribution method is described as follows:

$$V = (\text{int} (VS / 8)) \times 3 + \text{int} (((VS \bmod 8) \times 6 + HS) / 16)$$

$$H = ((f(h, v) + ((\text{int} (VS / 8)) - Sg) \times 8) \bmod 32) \times 2 + ((\text{int} (VS / 8)) \bmod 2) \times \text{nor} (HS \bmod 2)$$

where $v = \text{int} (((VS \bmod 8) \times 6 + HS) / 16)$

$$h = \text{int} ((((VS \bmod 8) \times 6 + HS) \bmod 16) / 2)$$

xnor: exclusive nor

Value of f(h, v)

v \ h	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1	2	0	19	20	21	15	14
1	15	10	9	11	30	29	28	24
2	24	25	5	7	6	20	19	18

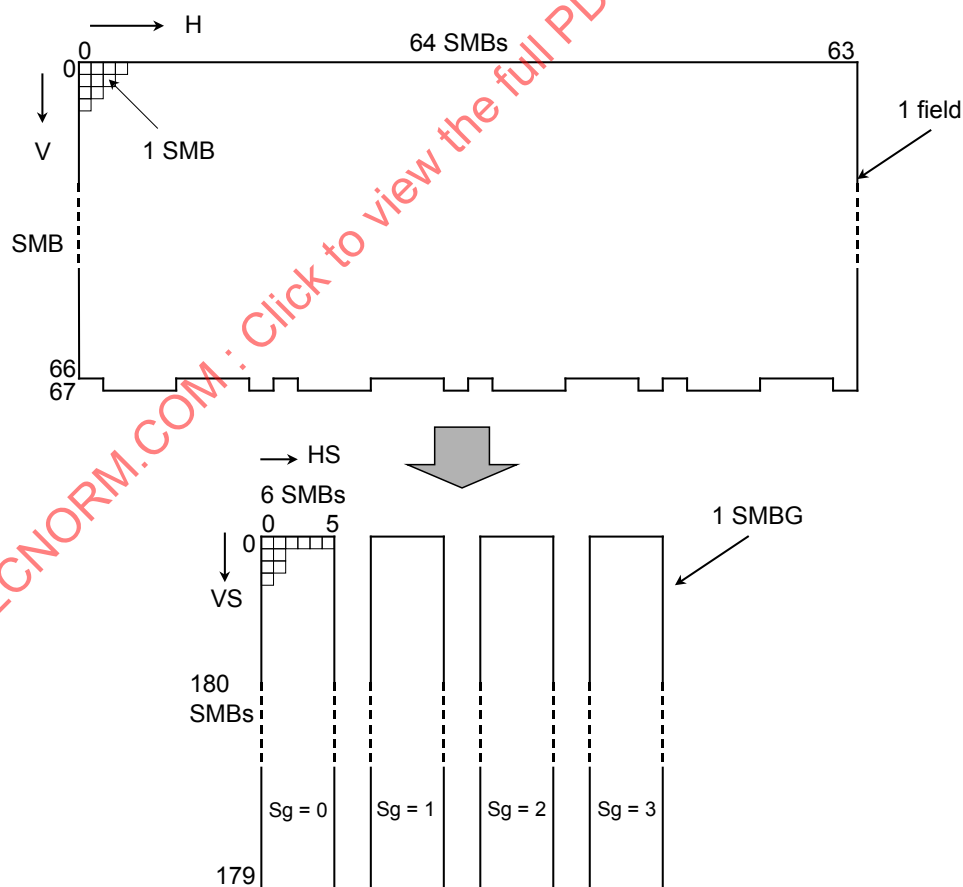


Figure 11 – SMBG distribution in 1 080i system

4.4.2 720p system

4 320 SMBs in one frame are divided into four SMBGs as shown in Figure 12.

Let H be the horizontal position number of SMB within video frame

$$H = 0, 1, 2, \dots, 47.$$

Let V be the vertical position number of SMB within video frame

$$V = 0, 1, 2, \dots, 89.$$

Let HS be the column position number of SMB within one SMBG

$$HS = 0, 1, 2, \dots, 5.$$

Let VS be the row position number of SMB within one SMBG

$$VS = 0, 1, 2, \dots, 179.$$

Let Sg be the SMBG number in one frame

$$Sg = 0, 1, 2, 3.$$

The distribution method is described as follows:

$$V = \text{int} (VS / 2)$$

$$H = (VS \bmod 2) \times 24 + ((Sg + f ((\text{int} (VS / 2)) \bmod 4)) \bmod 4) \times 6 + ((HS - \text{int} (VS / 2)) \bmod 6)$$

$$\text{where } f(0) = 0, f(1) = 1, f(2) = 3, f(3) = 2$$

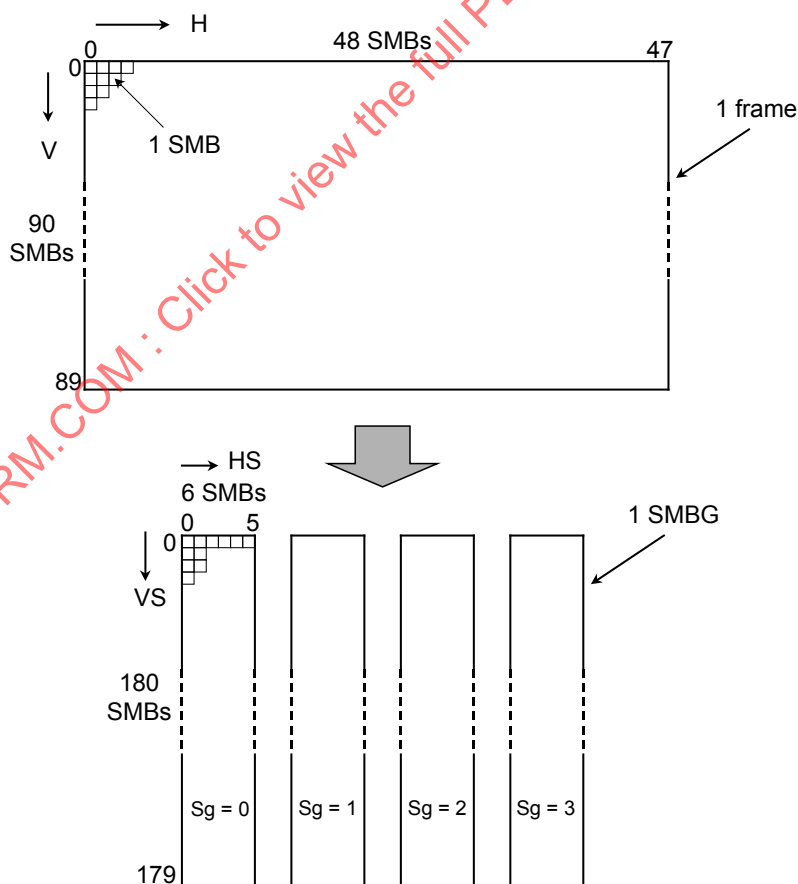


Figure 12 – SMBG distribution in 720p system

4.5 DCT

The maximum excursion of all pixel value is changed to fall between –511 and +511 by the subtraction of 512 from the original sampled value. 8×4 pixels $P(r, s)$ of each Y DCT block and 8×8 pixels $P(r, s)$ of each C_B/C_R DCT block are transformed into 8×4 Y DCT coefficients and 8×8 C DCT coefficients respectively.

Let t be the horizontal frequency number in Y/C DCT coefficient block as shown in Figure 13.

$$t = 0, 1, 2, \dots, 7.$$

Let u be the vertical frequency number in Y/C DCT coefficient block

For Y DCT coefficient block $u = 0, 1, 2, 3$

For C DCT coefficient block $u = 0, 1, 2, \dots, 7$.

Let $C(t, u)$ be the value of the DCT coefficient at frequency (t, u) .

The coefficient of $t = 0$ and $u = 0$ is called as DC coefficient. Other coefficients are called as AC coefficients.

4.5.1 DCT/IDCT for Y

DCT/IDCT for the Y signal are defined as shown below:

DCT:

$$C(t, u) = \sqrt{2} \times C1(t) \times C2(u) \sum_{s=0}^3 \sum_{r=0}^7 (P(r, s) \times \cos(\pi u(2s+1)/8) \times \cos(\pi t(2r+1)/16))$$

IDCT:

$$P(r, s) = (1/\sqrt{2}) \sum_{u=0}^3 \sum_{t=0}^7 (C1(t) \times C2(u) \times C(t, u) \times \cos(\pi u(2s+1)/8) \times \cos(\pi t(2r+1)/16))$$

$$\begin{aligned} \text{where } C1(t) &= 1/2\sqrt{2} && \text{for } t = 0 \\ C1(t) &= 1/2 && \text{for } t = 1 \text{ to } 7 \\ C2(u) &= 1/2 && \text{for } u = 0 \\ C2(u) &= 1/\sqrt{2} && \text{for } u = 1 \text{ to } 3 \end{aligned}$$

The structure of the Y DCT coefficient block is shown in Figure 13 a). DCT coefficients $C(t, u)$ of the Y DCT coefficient block are divided into 6 DCT coefficient groups (CGs).

Let CGNS be the CG number as shown in Figure 13 a)

$$CGNS = 0, 1, 2, 3, 4, 5.$$

4.5.2 DCT/IDCT for C

DCT/IDCT for C (C_B/C_R) signal are defined as shown below:

DCT:

$$C(t, u) = C3(t) \times C4(u) \sum_{s=0}^7 \sum_{r=0}^7 (P(r, s) \times \cos(\pi u(2s+1)/16) \times \cos(\pi t(2r+1)/16))$$

IDCT:

$$P(r, s) = \sum_{u=0}^7 \sum_{t=0}^7 (C3(t) \times C4(u) \times C(t, u) \times \cos(\pi u(2s+1)/16) \times \cos(\pi t(2r+1)/16))$$

$$\begin{aligned} \text{where } C3(t) &= 1 / 2\sqrt{2} & \text{for } t = 0 \\ C3(t) &= 1 / 2 & \text{for } t = 1 \text{ to } 7 \\ C4(u) &= 1 / 2\sqrt{2} & \text{for } u = 0 \\ C4(u) &= 1 / 2 & \text{for } u = 1 \text{ to } 7 \end{aligned}$$

The structure of the C DCT coefficient block is shown in Figure 13 b). DCT coefficients $C(t, u)$ of the C DCT coefficient block are divided into 6 DCT coefficient groups (CGs).

Let CGNS be the CG number as shown in Figure 13 b)

CGNS = 0, 1, 2, 3, 4, 5.

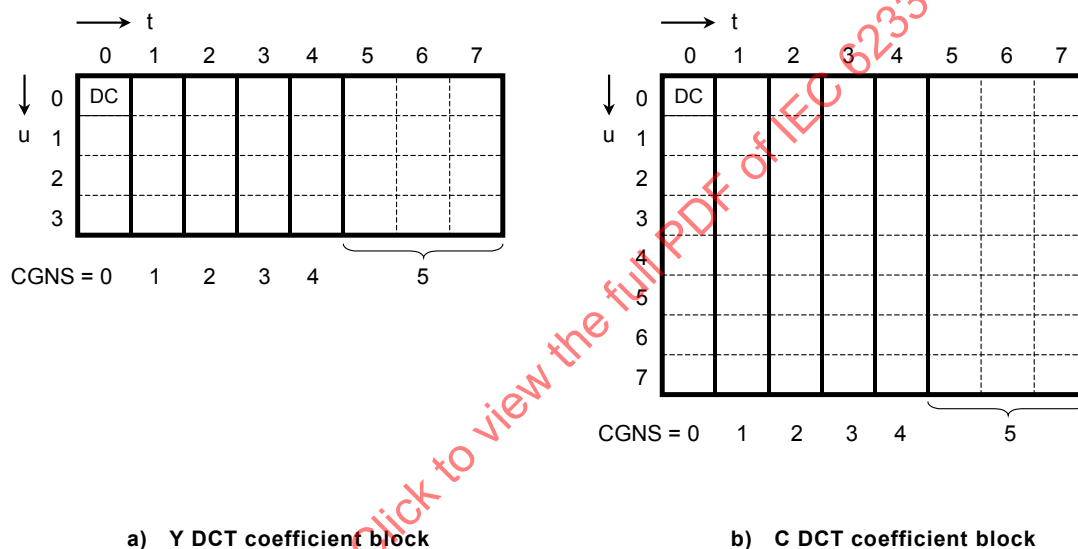


Figure 13 – The structure of DCT coefficient block

4.6 Categorization and weighting

Each MB is categorized into one of the categories and weighting is performed by multiplying all AC coefficients of the subject MB by a weighting function $W(t, u)$ selected by the category. The DC coefficient is not weighted.

There are four categories (CY0, CY1, CY2, CY3) for the Y DCT block, and three categories (CC0, CC1, CC2) for the C_B/C_R DCT block. Each category has its own weighting function. The weighting functions are selectively used to optimize the data compression process by categorization.

4.6.1 Categorization

MB categorization is identified by category flags of FMB, FYa, FYb, FYc, FYd, FCB and FCR. FYa, FYb, FYc, and FYd correspond to the Y DCT blocks of Ya, Yb, Yc, Yd in Figure 6 respectively. If the value of the quantized DC coefficient (–255, ..., 0, ..., 255, decimal) of C_B DCT block is less than 24, then FCB is set to 0, else FCB is set to 1. If the value of quantized DC coefficient (–255, ..., 0, ..., 255) of the C_R DCT block is less than 44, then FCR is set to 0, else FCR is set to 1.

Categories of CY0, CY1, CY2, and CY3 for the Y signal and categories of CC0, CC1, and CC2 for C signal are expressed by the flags as shown in Tables 2 to 4.

Table 2 – Categorization of Y signal

Flag				Category
FMB	FYa, FYb, FYc, FYd	FCB	FCR	
1	-	-	-	CY0
0	1	-	-	CY1
0	0	1	-	CY2
0	0	-	1	CY2
0	0	0	0	CY3

where -: arbitrary

Table 3 – Categorization of C_B signal

Flag		Category
FMB	FCB	
1	-	CC0
0	1	CC1
0	0	CC2

where -: arbitrary

Table 4 – Categorization of C_R signal

Flag		Category
FMB	FCR	
1	-	CC0
0	1	CC1
0	0	CC2

where -: arbitrary

4.6.2 Weighting

Weighting function $W(t, u)$ in each category is defined below:

4.6.2.1 For Y signal**Category CY0**

$$W(t, u) = \text{TableCY0}(t, u) \times \cos(0,045\pi t) \times \cos(0,060\pi u) / \sqrt{2}$$

Table 5 – Table CY0(t, u)

$\begin{matrix} t \\ u \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	-	0,25	0,25	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
1	0,25	0,25	0,25	0,125	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5
2	0,25	0,25	0,125	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5	0,062 5
3	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5	0,062 5

where -: N.A.

Category CY1

$$W(t, u) = \text{TableCY1}(t, u) \times \cos(0,045\pi t) \times \cos(0,0585\pi u) / \sqrt{2}$$

Table 6 – Table CY1(t, u)

$\begin{matrix} t \\ u \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	-	0,5	0,5	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
1	0,5	0,5	0,5	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
2	0,5	0,5	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
3	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$

where -: N.A.

Category CY2

$$W(t, u) = \text{Table CY2}(t, u) \times \cos(0,045\pi t) \times \cos(0,0585\pi u) / \sqrt{2}$$

Table 7 – Table CY2(t, u)

$\begin{matrix} t \\ u \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	-	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

where -: N.A.

Category CY3

$$W(t, u) = \text{TableCY3}(t, u) \times \cos(0,045\pi t) \times \cos(0,0585\pi u) / \sqrt{2}$$

Table 8 – Table CY3(t, u)

$\begin{matrix} t \\ u \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

where -: N.A.

4.6.2.2 For C_B/C_R signal

Category CC0

$$W(t, u) = \text{TableCC0}(t, u) \times \cos(0,065\pi t) \times \cos(0,065\pi u)$$

Table 9 – Table CC0(t, u)

$\begin{matrix} t \\ u \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	-	0,25	0,25	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
1	0,25	0,25	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,062 5
2	0,25	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5
3	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5	0,062 5
4	0,125	0,125	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5
5	0,125	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5
6	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5
7	0,125	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5

where -: N.A.

Category CC1

$$W(t, u) = \text{TableCC1}(t, u) \times \cos(0,065\pi t) \times \cos(0,065\pi u)$$

Table 10 – Table CC1(t, u)

$\begin{matrix} t \\ u \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	-	1	1	1	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
1	1	1	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
2	1	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
3	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
4	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
5	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
6	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
7	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$

where -: N.A.

– Category CC2

$$W(t, u) = \text{TableCC2}(t, u) \times \cos(0,065\pi t) \times \cos(0,065\pi u)$$

Table 11 – Table CC2(t, u)

$\begin{matrix} t \\ u \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

where -: N.A.

4.7 CG shuffling

In order to improve data robustness against error, weighted DCT CGs are shuffled within the same CGNSs of the 6 SMBs to 12 RMBs as shown in Figures 14 and 15. Each RMB comprises 4 Y shuffled DCT coefficient blocks, one shuffled C_B DCT coefficient block and one shuffled C_R DCT coefficient block.

Let Ycoef(HS, VS, YS, CGNS) be the DCT CG which is referred by CGNS, YS, VS, and HS.

Let HR be the column position number of RMB

HR = 0, 1, 2, ..., 11.

Let VR be the row position number of RMB

VR = 0, 1, 2, ..., 179.

Let YR be the Y DCT coefficient block number within one RMB

YR = 0, 1, 2, 3.

Let CGNR be the DCT CG number of one Y DCT coefficient block or one C_B/C_R DCT coefficient block within one RMB

CGNR = 0, 1, 2, ..., 5.

Let YRcoef(HR, VR, YR, CGNR) be the DCT CG which is referred by CGNR, YR, VR, and HR.

The shuffling method of Y DCT CGs is described in the following equations.

For HR = 0 to 5

$$\begin{aligned} \text{YRcoef}(\text{HR}, \text{VR}, \text{YR}, \text{CGNR}) = & \text{Ycoef}((\text{CGNR} - \text{HR} - \text{int}(\text{VR} / 32)) \bmod 6, \text{VR}, \\ & \text{YR} + 4 \times \text{int}(((\text{CGNR} - \text{HR}) \bmod 6) / 3), \text{CGNR}) \end{aligned}$$

For HR = 6 to 11

$$\begin{aligned} \text{YRcoef}(\text{HR}, \text{VR}, \text{YR}, \text{CGNR}) = & \text{Ycoef}((1 - (\text{CGNR} + \text{HR} + \text{int}(\text{VR} / 32))) \bmod 6, \text{VR}, \\ & \text{YR} + 4 \times \text{int}(((4 - (\text{CGNR} + \text{HR})) \bmod 6) / 3), \text{CGNR}) \end{aligned}$$

Let Ccoef(HS, VS, CS, CGNS) be the DCT CG which is referred by CGNS, CS, VS, and HS.

Let CRcoef(HR, VR, CGNR) be the DCT CG which is referred by CGNR, VR, and HR.

The shuffling method of C_B/C_R DCT CGs is described in the following equations.

For HR = 0 to 5

$$\begin{aligned} \text{CRcoef}(\text{HR}, \text{VR}, \text{CGNR}) = & \text{Ccoef}((\text{CGNR} - \text{HR} - \text{int}(\text{VR} / 32)) \bmod 6, \text{VR}, \\ & \text{int}(((\text{CGNR} - \text{HR}) \bmod 6) / 3), \text{CGNR}) \end{aligned}$$

For HR = 6 to 11

$$\begin{aligned} \text{CRcoef}(\text{HR}, \text{VR}, \text{CGNR}) = & \text{Ccoef}((1 - (\text{CGNR} + \text{HR} + \text{int}(\text{VR} / 32))) \bmod 6, \text{VR}, \\ & \text{int}((4 - (\text{CGNR} + \text{HR}) \bmod 6) / 3), \text{CGNR}) \end{aligned}$$

1 SMB (8 Y DCT blocks)

YS = 0	YS = 4	YS = 6	YS = 2
YS = 1	YS = 5	YS = 7	YS = 3

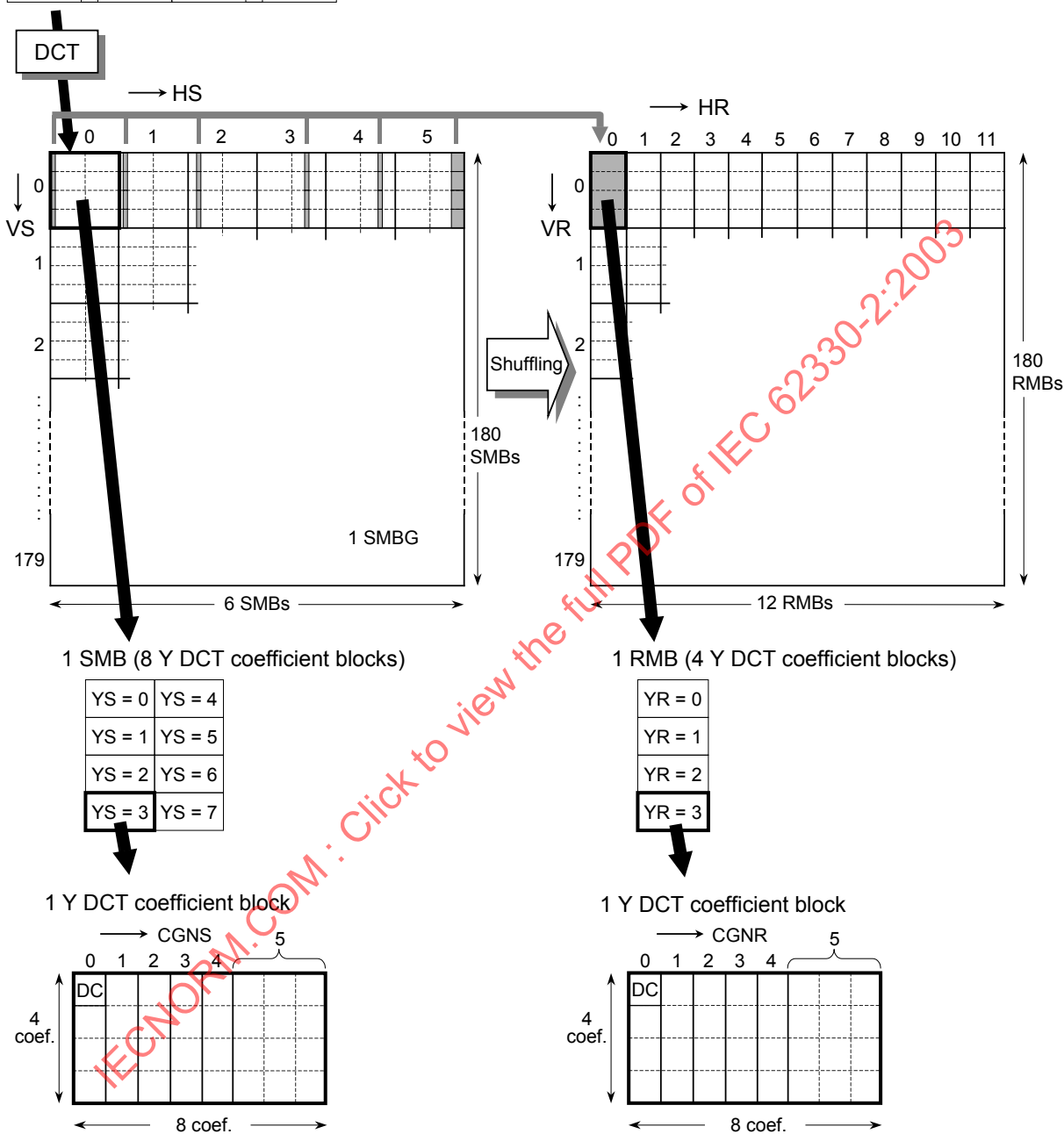


Figure 14 – CG shuffling for Y

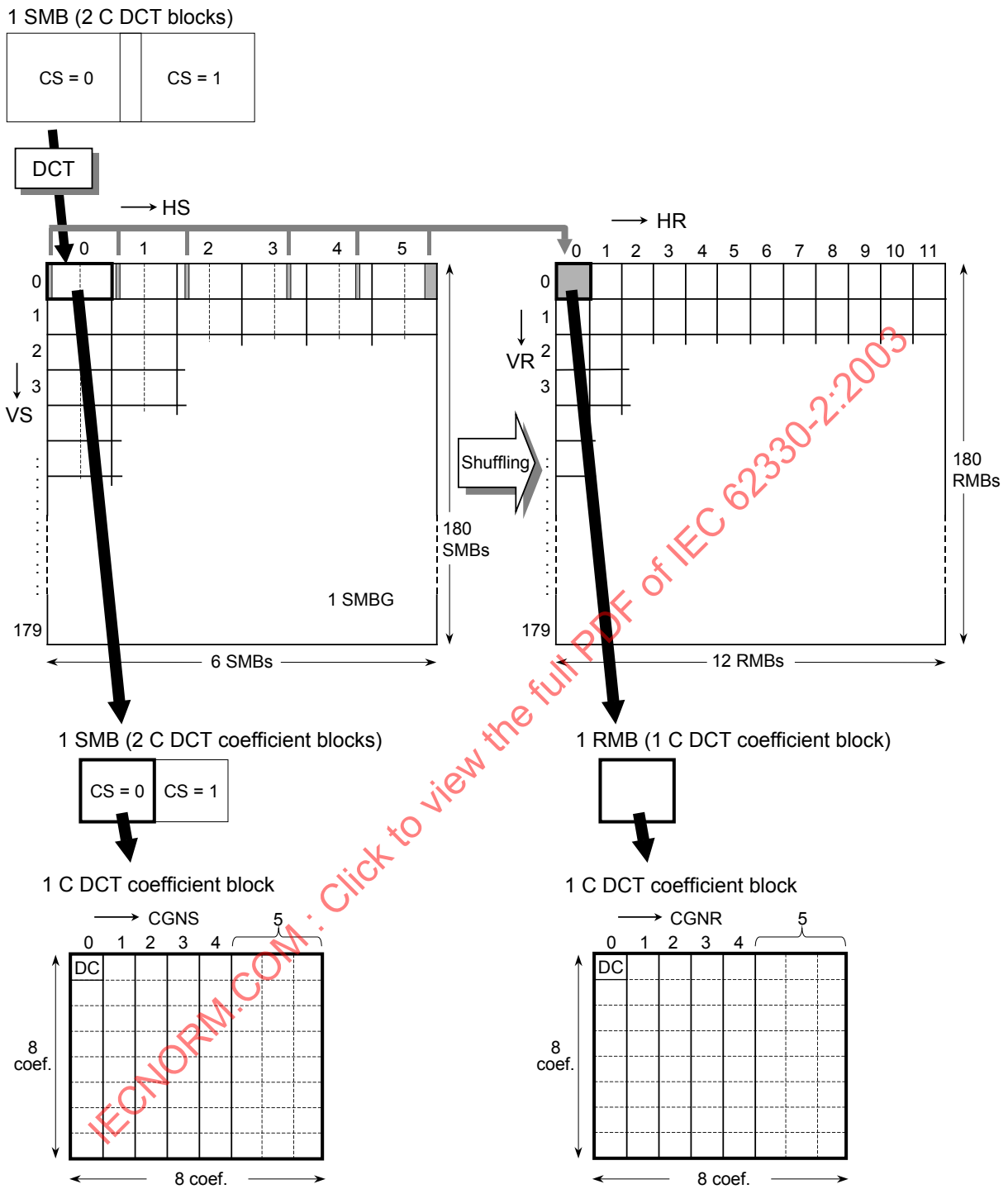


Figure 15 – CG shuffling for C

4.8 RMB shuffling

In order to improve data robustness against error, RMBs are shuffled within the column of 180 RMBs as shown in Figure 16.

Let Z be the row position number of the RMB after RMB shuffling.

$$Z = 0, 1, 2, \dots, 179.$$

The method of RMB shuffling is described in the following equation:

$$Z = (17 \times (VR - \text{Offset}(HR))) \bmod 180$$

where value of $\text{Offset}(HR)$

HR	Offset(HR)
0	0
1	165
2	150
3	135
4	120
5	105
6	90
7	75
8	60
9	45
10	30
11	15

Then, the RMBs corresponding to one SMBG are divided into 4 RMB Groups (RMBGs). There are 540 RMBs in each RMBG.

Let R_g be the RMBG number within the RMBs as shown in Figure 16

$$R_g = 0, 1, 2, 3.$$

Let R_n be the number of RMB coding order in each RMBG

$$R_n = 0, 1, 2, \dots, 539.$$

The dividing method is described in the equation:

$$R_g = HR \bmod 4$$

$$R_n = Z + 180 \times \text{int} (HR / 4)$$

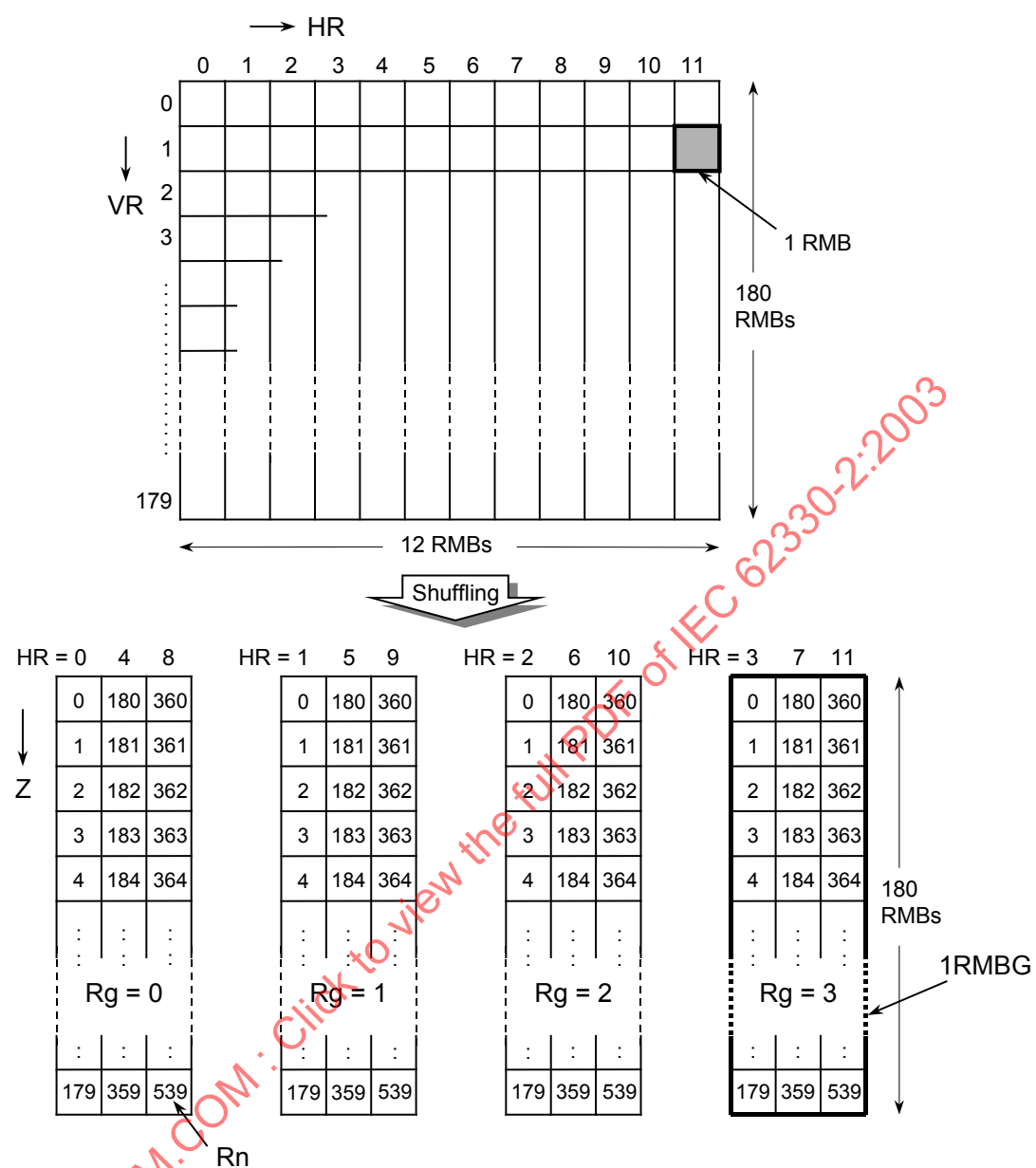


Figure 16 – RMB shuffling

4.9 Quantization

AC coefficient quantization step values (Qstep) are related to the quantization number (Qno) through a relationship as shown below:

$$Qstep = 2 (Qno \times 6 / 127 + 1)$$

where Qno = 0, 1, 2, ..., 127

Weighted AC coefficients are divided by Q step to be rounded into a signed value of 12 bits. The Q step for the DC coefficient is always 16. The DC coefficient is rounded into a signed integer value of 9 bits by quantization.

4.10 Rate control

The amount of the compressed data of one RMBG shall be controlled to 30 240 bytes or less. Qno is selected every three successive RMBs which are defined in 4.12.1.

4.11 VLC

Variable length coding (VLC) is an operation for transforming quantized AC coefficients in a DCT coefficient block into variable length codes using two-dimensional Huffman coding. One or some successive AC coefficients within a DCT coefficient block are coded into one variable length. The variable length coding process is as follows:

- 1) AC coefficients in a DCT coefficient block are arranged in order of AC coefficient number i ($i = 1$ to $31(Y)$, $63(C_B/C_R)$) as shown in Figure 17.
- 2) Each nonzero AC coefficient in the arranged AC coefficients is represented by the combination of size and level-codeword as shown in Table 12. The j -th nonzero AC coefficient is expressed as follows:

$$(Size(j), Level-codeword(j)) \quad \text{where } j = 1, 2, \dots$$

- 3) Zero-run(j) gives the number of successive AC coefficients quantized to zero between ($j-1$)-th nonzero AC coefficient and j -th nonzero AC coefficient.

The composite value of "Zero-run(j) / Size(j)" is Huffman coded to be the run_size-codeword(j) according to Table 13.

- 4) Each run_size-codeword(j) is followed by Level-codeword(j) to be one VLC codeword.

Since the number of successive zero coefficients may exceed 15, the codeword of ZRL (111111101100, shown in Table 13) is defined to represent 15 successive zero coefficients followed by a coefficient of zero amplitude (zero-run / size = 15 / 0).

The codeword of EOB (1010, shown in Table 13) is used to signal that all remaining AC coefficients in a DCT coefficient block are zero. If the AC coefficient numbered $31(Y)$, $63(C_B/C_R)$ in a DCT coefficient block is not zero, the EOB codeword is bypassed.

EOM (1111111111111111, shown in Table 13) codeword is used to terminate VLC coding of 3 RMBs compulsorily.

→ Horizontal frequency number

Vertical
frequency
number

↓

[DC]	4	8	12	16	20	24	28
1	5	9	13	17	21	25	29
2	6	10	14	18	22	26	30
3	7	11	15	19	23	27	31

a) Y DCT coefficient block

→ Horizontal frequency number

Vertical
frequency
number

↓

[DC]	8	16	24	32	40	48	56
1	9	17	25	33	41	49	57
2	10	18	26	34	42	50	58
3	11	19	27	35	43	51	59
4	12	20	28	36	44	52	60
5	13	21	29	37	45	53	61
6	14	22	30	38	46	54	62
7	15	23	31	39	47	55	63

b) C DCT coefficient block

Figure 17 – The order of VLC coding

Table 12 – Codewords for variable length coding (1)

Coefficient (signed 12 bits)	Size	Level-codeword (0 bit – 11 bits)
0	0	–
–1, 1	1	0, 1
–3, –2, 2, 3	2	00, 01, 10, 11
–7, ..., –4, 4, ..., 7	3	000, ..., 011, 100, ..., 111
–15, ..., –8, 8, ..., 15	4	0000, ..., 0111, 1000, ..., 1111
–31, ..., –16, 16, ..., 31	5	00000, ..., 01111, 10000, ..., 11111
–63, ..., –32, 32, ..., 63	6	000000, ..., 111111
–127, ..., –64, 64, ..., 127	7	0000000, ..., 1111111
–255, ..., –128, 128, ..., 255	8	00000000, ..., 11111111
–511, ..., –256, 256, ..., 511	9	000000000, ..., 111111111
–1023, ..., –512, 512, ..., 1023	10	0000000000, ..., 1111111111
–2047, ..., –1024, 1024, ..., 2047	11	00000000000, ..., 11111111111

Table 13 – Codewords for variable length coding (2)

Zero-run / Size	Code length	Run_Size-codeword
0 / 0 (EOB)	4	1010
0 / 1	2	00
0 / 2	2	01
0 / 3	3	100
0 / 4	4	1011
0 / 5	5	11010
0 / 6	7	1111000
0 / 7	8	11111000
0 / 8	10	1111110101
0 / 9	13	1111111100010
0 / 10	13	1111111100011
0 / 11	17	1111111110111111
1 / 0 (EOM)	17	1111111111111111
1 / 1	4	1100
1 / 2	5	11011
1 / 3	7	1111001
1 / 4	9	111110110
1 / 5	11	1111110011
1 / 6	14	11111111001000
1 / 7	14	11111111001001
1 / 8	14	11111111001010
1 / 9	14	11111111001011
1 / 10	15	111111110011000
1 / 11	17	1111111111000011
2 / 1	5	11100
2 / 2	8	11111001
2 / 3	10	1111110110
2 / 4	12	111111101101
2 / 5	15	111111110011001
2 / 6	15	111111110011010
2 / 7	15	111111110011011
2 / 8	15	111111110011100
2 / 9	15	111111110011101
2 / 10	15	111111110011110
2 / 11	17	1111111111000111
3 / 1	6	111010
3 / 2	9	111110111
3 / 3	12	111111101110
3 / 4	15	111111110011111
3 / 5	15	111111110100000
3 / 6	15	111111110100001
3 / 7	15	111111110100010
3 / 8	15	111111110100011
3 / 9	15	111111110100100
3 / 10	15	111111110100101

Zero-run / Size	Code length	Run_Size-codeword
3 / 11	17	11111111111001011
4 / 1	6	111011
4 / 2	10	1111110111
4 / 3	15	111111110100110
4 / 4	15	111111110100111
4 / 5	15	111111110101000
4 / 6	15	111111110101001
4 / 7	15	111111110101010
4 / 8	15	111111110101011
4 / 9	15	111111110101100
4 / 10	15	111111110101101
4 / 11	17	11111111111001111
5 / 1	7	1111010
5 / 2	11	11111110100
5 / 3	15	111111110101110
5 / 4	15	111111110101111
5 / 5	15	111111110110000
5 / 6	15	111111110110001
5 / 7	15	111111110110010
5 / 8	15	111111110110011
5 / 9	15	111111110110100
5 / 10	15	111111110110101
5 / 11	17	11111111111010011
6 / 1	7	1111011
6 / 2	12	111111101111
6 / 3	15	111111110110110
6 / 4	15	111111110110111
6 / 5	15	111111110111000
6 / 6	15	111111110111001
6 / 7	15	111111110111010
6 / 8	15	111111110111011
6 / 9	15	111111110111100
6 / 10	15	111111110111101
6 / 11	17	11111111111010111
7 / 1	8	11111010
7 / 2	13	1111111100000
7 / 3	15	111111110111110
7 / 4	15	111111110111111
7 / 5	15	111111111000000
7 / 6	15	111111111000001
7 / 7	15	111111111000010
7 / 8	15	111111111000011
7 / 9	15	111111111000100
7 / 10	15	111111111000101
7 / 11	17	11111111111011011

Zero-run / Size	Code length	Run_Size-codeword
8 / 1	9	111111000
8 / 2	13	1111111100001
8 / 3	15	111111111000110
8 / 4	15	111111111000111
8 / 5	15	111111111001000
8 / 6	15	111111111001001
8 / 7	15	111111111001010
8 / 8	15	111111111001011
8 / 9	15	111111111001100
8 / 10	15	111111111001101
8 / 11	17	1111111111011111
9 / 1	9	111111001
9 / 2	15	111111111001110
9 / 3	15	111111111001111
9 / 4	15	111111111010000
9 / 5	16	1111111110100010
9 / 6	16	1111111110100011
9 / 7	16	1111111110100100
9 / 8	16	1111111110100101
9 / 9	16	1111111110100110
9 / 10	16	1111111110100111
9 / 11	17	1111111111100011
10 / 1	10	1111110100
10 / 2	16	1111111110101000
10 / 3	16	1111111110101001
10 / 4	16	1111111110101010
10 / 5	16	1111111110101011
10 / 6	16	1111111110101100
10 / 7	16	1111111110101101
10 / 8	16	1111111110101110
10 / 9	16	1111111110101111
10 / 10	16	1111111110110000
10 / 11	17	1111111111100111
11 / 1	10	1111111000
11 / 2	16	1111111110110001
11 / 3	16	1111111110110010
11 / 4	16	1111111110110011
11 / 5	16	1111111110110100
11 / 6	16	1111111110110101
11 / 7	16	1111111110110110
11 / 8	16	1111111110110111
11 / 9	16	1111111110111000
11 / 10	16	1111111110111001
11 / 11	17	1111111111101011
12 / 1	11	11111110010

Zero-run / Size	Code length	Run_Size-codeword
12 / 2	16	1111111110111010
12 / 3	16	1111111110111011
12 / 4	16	1111111110111100
12 / 5	16	1111111110111101
12 / 6	16	1111111110111110
12 / 7	16	1111111110111111
12 / 8	16	1111111111000000
12 / 9	16	1111111111000001
12 / 10	16	1111111111000010
12 / 11	17	1111111111101111
13 / 1	11	11111110101
13 / 2	16	1111111111000011
13 / 3	16	11111111110000100
13 / 4	16	11111111110000101
13 / 5	16	11111111110000110
13 / 6	16	11111111110000111
13 / 7	16	1111111111001000
13 / 8	16	1111111111001001
13 / 9	16	1111111111001010
13 / 10	16	1111111111001011
13 / 11	17	1111111111110011
14 / 1	16	1111111111001100
14 / 2	16	1111111111001101
14 / 3	16	1111111111001110
14 / 4	16	1111111111001111
14 / 5	16	1111111111010000
14 / 6	16	1111111111010001
14 / 7	16	1111111111010010
14 / 8	16	1111111111010011
14 / 9	16	1111111111010100
14 / 10	16	1111111111010101
14 / 11	17	1111111111110111
15 / 0 (ZRL)	12	111111101100
15 / 1	16	1111111111010110
15 / 2	16	1111111111010111
15 / 3	16	1111111111011000
15 / 4	16	1111111111011001
15 / 5	16	1111111111011010
15 / 6	16	1111111111011011
15 / 7	16	1111111111011100
15 / 8	16	1111111111011101
15 / 9	16	1111111111011110
15 / 10	17	11111111110111110
15 / 11	17	1111111111111011

4.12 Packing

4.12.1 Compressed data of 3 RMBs

As the first step in packing compressed data into DIF blocks, the compressed data (C3RMB) of every 3 RMBs are made.

Let CN be the C3RMB number in one RMBG.

$$CN = 0, 1, 2, \dots, 179$$

Let C3RMB[Sg][Rg][CN] be the C3RMB numbered CN of RMBG numbered Rg in SMBG numbered Sg.

Let C3RMB[Sg][Rg][CN][i] be the i-th byte of data in the C3RMB [Sg][Rg][CN] ($i = 0, 1, 2, \dots$).

Each C3RMB is composed of 3 RMBs which are numbered $R_n = 3CN, 3CN+1, 3CN+2$ in each RMBG.

The structure of the C3RMB is shown in Figure 18. The C3RMB is composed of a fixed length data portion and a variable length data portion. The fixed length data portion comprises side information and DC data. The variable length data portion comprises AC data.

4.12.1.1 Side information and DC data

The details of the fixed length data portion in Figure 18 are as follows:

- SABM: Upper or lower byte of the starting address (2 bytes) of the remainder data of the C3RMB stored in buffer memory. (See 4.12.3 for details)
- FFL: Field number flag
 - 0 = the 1st field, 1 = the 2nd field (1 080i system)
 - N.A. (720p system)
- Qno: 7-bit data of quantization number
- Category flag:
 - FMB -- FMB flag of the MB, to which the C_B/C_R DC coefficient of the RMB belongs before CG shuffling.
 - FMB' -- FMB flag of the other MB in the SMB, to which the MB mentioned above belongs.
 - FYa-d -- Flags of the four DCT blocks (Ya-Yd) of the MB, to which the C_B/C_R DC coefficient of the RMB belongs before CG shuffling.
 - FYa'-d' -- Flag of each DCT block (Ya-Yd) of the other MB in the SMB, to which the MB mentioned above belongs.
 - FCB' -- FCB flag of the C_B DCT block which overlaps the C_B DCT block, to which the C_B DC coefficient of the RMB belongs before CG shuffling.
 - FCR' -- FCR flag of the C_R DCT block which overlaps the C_R DCT block, to which the C_R DC coefficient of the RMB belongs before CG shuffling.
- DC data: 9-bit DC coefficient data of the 18 DCT coefficient blocks in 3 RMBs 9-bit DC coefficient data are separated into two groups of 8-MSB data and LSB data respectively. DC data is composed of one sign bit data (MSB, 0: plus or zero, 1: minus) and 8-bit binary data (absolute value).

NOTE The side information does not include FCB and FCR because they can be made from the DC data of the C_B/C_R DCT block.

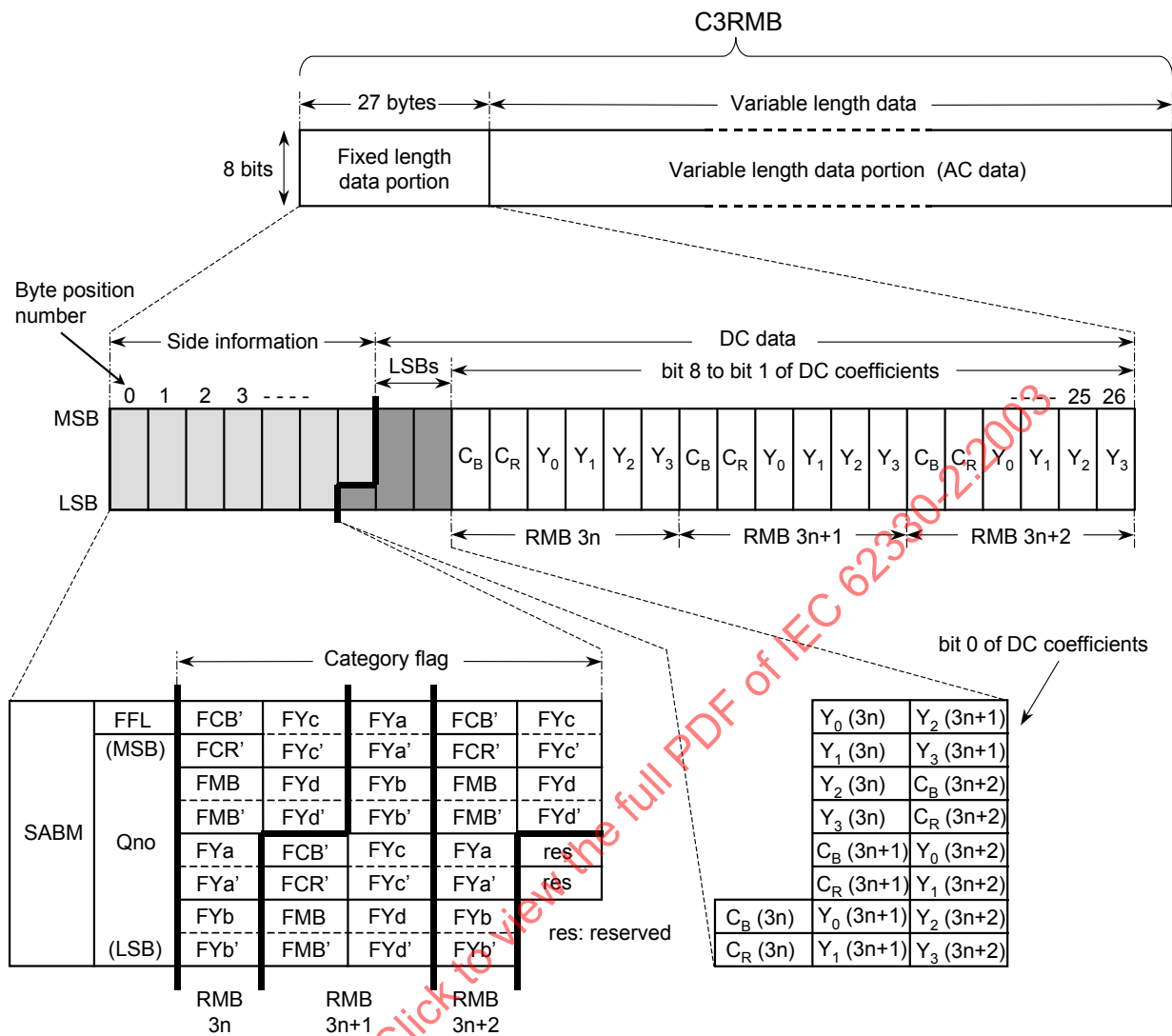


Figure 18 – Structure of C3RMB

4.12.1.2 AC data of 3 RMBs

To store the significant data of C3RMB in one DIF block, VLC code words of all DCT coefficient blocks within every 3 RMBs are rearranged.

The rearranging method is described below:

```
while( code_word_rearranging_not_finished_in_3_RMB ) {
  for ( blk_id=0; blk_id < 6; blk_id++ ) {
    for ( rmb=0; rmb<3; rmb++ ) {
      if (block[rmb][blk_id]_is_not_empty ) { get_a_code_word_and_connect (see Figure 19) }
    }
  }
}
```

where blk_id = 0 (C_B – block)
 = 1 (C_R – block)
 = 2 (Y_0 – block)
 = 3 (Y_1 – block)
 = 4 (Y_2 – block)
 = 5 (Y_3 – block)

The rearranged code words are sequentially connected and divided into bytes, then stored in the AC variable length data portion of the C3RMB. The codewords are arranged from the upper-left part of the variable length data portion according to the order of rearranged VLC codewords as shown in Figure 19. After the codewords have been filled into the variable length data portion, there will be less than one byte of empty space remaining. Then the empty space must be filled with bit 0.

The byte length of AC data is

$$\text{int} ((\text{the total bit amount of VLC codewords of 3RMBs} + 7) / 8)$$

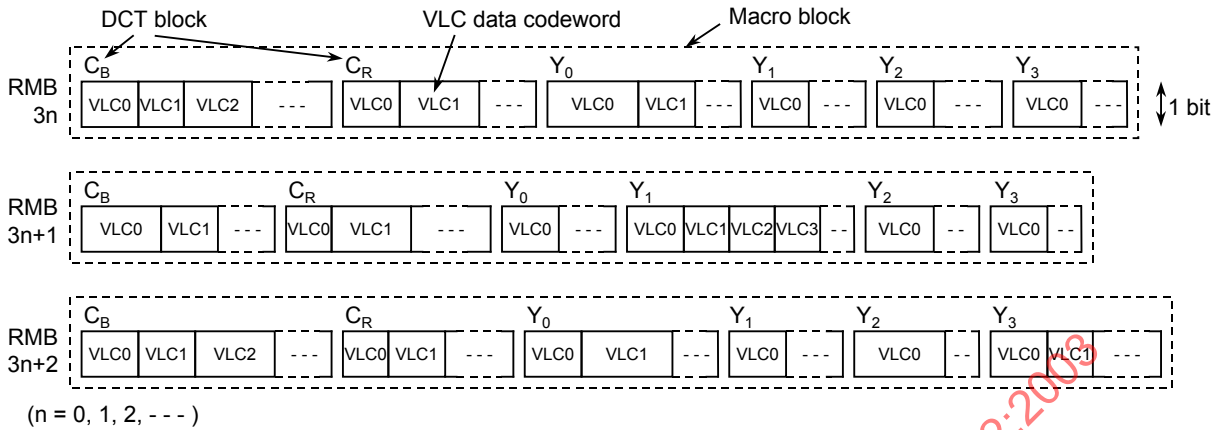
The byte length of C3RMB data is

$$\text{int} ((\text{the total bit amount of VLC codewords of 3RMBs} + 7) / 8) + 27$$

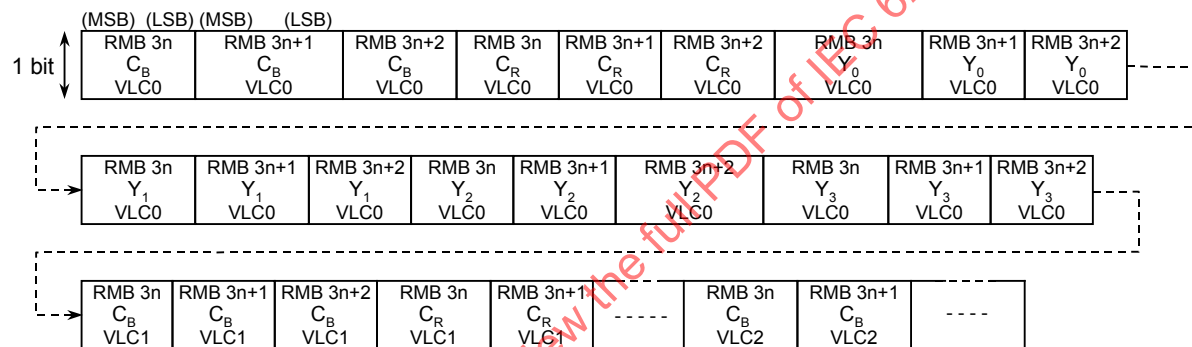
and its maximum value is 768 bytes.

Let LEN[Sg][Rg][CN] be the byte length of C3RMB[Sg][Rg][CN].

[Original VLC data codewords]



[Rearranged VLC data codewords]



[AC data]

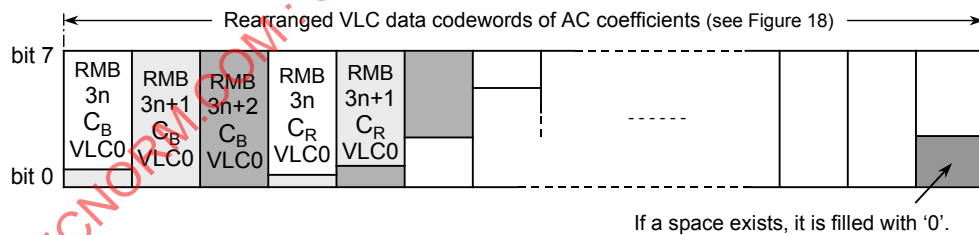


Figure 19 – Rearrangement of VLC data codewords

4.12.2 DIF block

The 5 760 DIF block data stream contains compressed video data for one 1 080i field, or one 720p frame. The data structure of the HD compressed video stream is shown in Figure 20. DIF blocks are numbered 0 to 5 759 in order. Each DIF block consists of 85 bytes of data. A 12 byte area in byte position numbers 0 to 11 of the 85 bytes in each DIF block numbered multiples of 12 (DIF block number DN is 0, 12, ..., 5 748) is reserved for data transmission.

The DIF blocks numbered $DN = 4xJ+2$, $4xJ+3$ ($J=0, 1, 2, 3, \dots, 1\,439$) are called main data DIF blocks and are used to transmit significant data of C3RMB. One Main Data DIF Block has all or most of the data of one C3RMB. The DIF Blocks numbered $DN = 4xJ$, $4xJ+1$ are called remainder data DIF Blocks and are used to transmit the remainder of the C3RMB.

Let $DIF[m]$ be the DIF block numbered m where $m = 0, 1, 2, 3, \dots, 5\,759$.

Let $DIF[m][i]$ be the i -th byte of data in $DIF[m]$ where $i = 0, 1, 2, \dots, 84$.

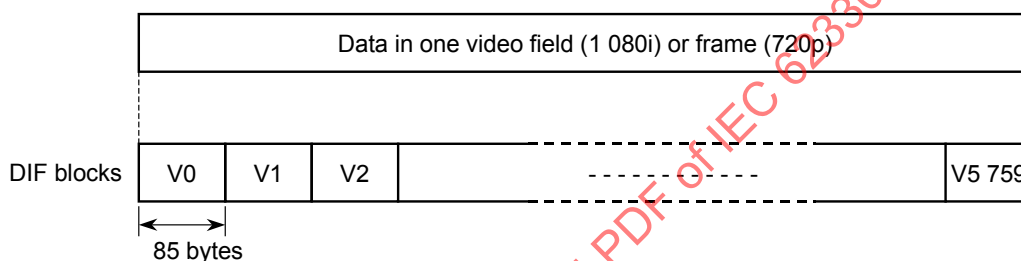


Figure 20 – Data structure of one 1 080i field/720p frame

4.12.3 Main data DIF block packing

A pair (packing pair) of compressed data, $C3RMB[Sg][Rg][2xK]$ and $C3RMB[Sg][Rg][2xK+1]$, are packed into a pair of main data DIF blocks, $DIF[4xJ+2]$ and $DIF[4xJ+3]$ respectively, where K is 0, 1, 2, ..., 89 in one RMBG. J is described as follows:

$$J = 360 \times Rg + 4 \times K + (Rg + Sg) \bmod 4$$

If the data of C3RMB overflow their own DIF block, the vacant space in the other DIF block of the pair and buffer memory are used for overflow data storing. The size of the buffer memory for one RMBG is 14 940 bytes.

Let $BUF[Sg][Rg]$ be the buffer memory for the RMBG numbered Rg in the SMBG numbered Sg .

Let $BUF[Sg][Rg][i]$ be the byte data addressed " i " in the $BUF[Sg][Rg]$, where $i=0, 1, \dots, 14\,939$.

The C3RMB data stored in main data DIF blocks are called main data and the C3RMB data stored in the buffer memory are called remainder data. After main data DIF block packing, the remainder data of one RMBG in buffer memory are packed into 180 Remainder Data DIF Blocks as described in 4.12.4.

Let $SA[Sg][Rg][K]$ be the starting address of the remainder data of $C3RMB[Sg][Rg][2xK]$ and/or $C3RMB[Sg][Rg][2xK+1]$ in the buffer memory.

So that the remainder data of $C3RMB[Sg][Rg][2xK]$ and/or $C3RMB[Sg][Rg][2xK+1]$ are stored at the addresses from $SA[Sg][Rg][K]$ to $(SA[Sg][Rg][K+1]-1)$ in the buffer memory. $SA[Sg][Rg][0]$ is always 0000h, and $SA[Sg][Rg][90]$ is the next address of the last remainder data of each RMBG in the buffer memory.

Before the main data packing in DIF[4xJ+2] and DIF[4xJ+3], the most significant byte and the least significant byte of the data SA[Sg][Rg][K](2 byte) are stored in C3RMB[Sg][Rg][2xK][0] and C3RMB[Sg][Rg][2xK+1][0] respectively as the SABM described in 4.12.1.

Let Set_SABM_of_C3RMB(Sg,Rg,K,SA[Sg][Rg][K]) be the SABM setting process mentioned above.

As an exception, the address data SA[Sg][Rg][90] are stored in C3RMB[Sg][Rg][0][0] and C3RMB[Sg][Rg][1][0], in other words, in DIF[4xJ+2][0] and DIF[4xJ+3][0], where K is 0, as SABM instead of SA[Sg][Rg][0].

Let Set_SA90(Sg,Rg,K,4xJ) be the process of SA[Sg][Rg][90] storing mentioned above.

There are four cases in the packing of C3RMB[Sg][Rg][2xK] and C3RMB[Sg][Rg][2xK+1] according to their byte length. The packing method of four cases is described below:

Case A

In the case that (LEN[Sg][Rg][2xK] ≤ 85) and (LEN[Sg][Rg][2xK+1] ≤ 85), all data of C3RMB[Sg][Rg][2xK] and C3RMB[Sg][Rg][2xK+1] are packed into DIF[4xJ+2] and DIF[4xJ+3] respectively. In this case, the vacant space is not used. The packing method of case A is described below and shown in Figure 21.

```
for(i=0; i<LEN[Sg][Rg][2xK]; i++)
    DIF[4xJ+2][i] = C3RMB[Sg][Rg][2xK][i];

for(i=0; i<LEN[Sg][Rg][2xK+1]; i++)
    DIF[4xJ+3][i] = C3RMB[Sg][Rg][2xK+1][i];

SA[Sg][Rg][K+1]=SA[Sg][Rg][K];
```

Case B

In the case that ((LEN[Sg][Rg][2xK] ≥ 85) and (LEN[Sg][Rg][2xK+1] > 85)) or ((LEN[Sg][Rg][2xK] > 85) and (LEN[Sg][Rg][2xK+1] ≥ 85)), the overflow data of C3RMB[Sg][Rg][2xK] and C3RMB[Sg][Rg][2xK+1] are stored in buffer memory as shown in Figure 21. The packing method of case B is described below:

```
for(i=0; i<85; i++)
    DIF[4xJ+2][i] = C3RMB[Sg][Rg][2xK][i];
ra=SA[Sg][Rg][K];
for(i=0; i<(LEN[Sg][Rg][2xK]-85); i++)
    BUF[Sg][Rg][ra+i] = C3RMB[Sg][Rg][2xK][85+i];

ra=ra+(LEN[Sg][Rg][2xK]-85);
for(i=0; i<85; i++)
    DIF[4xJ+3][i] = C3RMB[Sg][Rg][2xK+1][i];
for(i=0; i<(LEN[Sg][Rg][2xK+1]-85); i++)
    BUF[Sg][Rg][ra+i] = C3RMB[Sg][Rg][2xK+1][85+i];
```

```
SA[Sg][Rg][K+1]=SA[Sg][Rg][K]+LEN[Sg][Rg][2xK]+LEN[Sg][Rg][2xK+1]-170;
```

Case C

In the case that $(LEN[Sg][Rg][2xK] < 85)$ and $(LEN[Sg][Rg][2xK+1] > 85)$, the overflow data of $C3RMB[Sg][Rg][2xK+1]$ are packed into the vacant space of $DIF[4xJ+2]$, and in the case of $(LEN[Sg][Rg][2xK+1] - 85) > (85 - LEN[Sg][Rg][2xK])$, stored in buffer memory as shown in Figure 21. The packing method of case C is described below:

```

for(i=0; i<LEN[Sg][Rg][2xK]; i++)
    DIF[4xJ+2][i] = C3RMB[Sg][Rg][2xK][i];

for(i=0; i<85; i++)
    DIF[4xJ+3][i] = C3RMB[Sg][Rg][i];
if((LEN[Sg][Rg][2xK+1] - 85) <= (85 - LEN[Sg][Rg][2xK])) {
    for(i=0; i<(LEN[Sg][Rg][2xK+1]-85); i++)
        DIF[4xJ+2][LEN[Sg][Rg][2xK]+i] = C3RMB[Sg][Rg][85+i];
    SA[Sg][Rg][K+1]=SA[Sg][Rg][K];
}else {
    for(i=0; i<(85-LEN[Sg][Rg][2xK]); i++)
        DIF[4xJ+2][LEN[Sg][Rg][2xK]+i] = C3RMB[Sg][Rg][85+i];
    ra=SA[Sg][Rg][K];
    for(i=0; i<(LEN[Sg][Rg][2xK]+LEN[Sg][Rg][2xK+1]-170); i++)
        BUF[Sg][Rg][ra+i] = C3RMB[Sg][Rg][2xK+1][170-LEN[Sg][Rg][2xK]+i];
    SA[Sg][Rg][K+1] = SA[Sg][Rg][K]+LEN[Sg][Rg][2xK]+LEN[Sg][Rg][2xK+1]-170;
}

```

Case D

In the case that $(LEN[Sg][Rg][2xK] > 85)$ and $(LEN[Sg][Rg][2xK+1] < 85)$, the overflow data of $C3RMB[Sg][Rg][2xK]$ are packed into the vacant space of $DIF[4xJ+3]$, and in the case of $(LEN[Sg][Rg][2xK] - 85) > (85 - LEN[Sg][Rg][2xK+1])$, stored in buffer memory as shown in Figure 21. The packing method of case D is described below:

```

for(i=0; i<LEN[Sg][Rg][2xK+1]; i++)
    DIF[4xJ+3][i] = C3RMB[Sg][Rg][2xK+1][i];

for(i=0; i<85; i++)
    DIF[4xJ+2][i] = C3RMB[Sg][Rg][2xK][i]
if((LEN[Sg][Rg][2xK]-85) <= (85 - LEN[Sg][Rg][2xK+1])){
    for(i=0; i<(LEN[Sg][Rg][2xK]-85); i++)
        DIF[4xJ+3][84-i] = C3RMB[Sg][Rg][2xK][85+i];
    SA[Sg][Rg][K+1]=SA[Sg][Rg][K];
}else{
    for(i=0; i<(85-LEN[Sg][Rg][2xK+1]); i++)
        DIF[4xJ+3][84-i] =
            C3RMB[Sg][Rg][2xK][LEN[Sg][Rg][2xK]+LEN[Sg][Rg][2xK+1]-85+i];
    ra=SA[Sg][Rg][K];
    for(i=0; i<(LEN[Sg][Rg][2xK]+LEN[Sg][Rg][2xK+1]-170); i++)

```

```

    BUF[Sg][Rg][ra+i] = C3RMB[Sg][Rg][2xK][85+i];
    SA[Sg][Rg][K+1]=SA[Sg][Rg][K]+LEN[Sg][Rg][2xK]+LEN[Sg][Rg][2xK+1]-170;
}

```

Let PACK_C3RMB_PAIR_IN_DIF(Sg,Rg,K,4xJ) be the process of the four cases mentioned above.

The method of packing 90x16 pairs of C3RMBs of one 1 080i field or one 720p frame into 90x16 pairs of main data DIF blocks is described below:

```

for(Rg=0; Rg<4; Rg++){
  for(Sg=0; Sg<4; Sg++){
    SA[Sg][Rg][0] = 0;
    for(K=0; K<90; K++){
      J= 360 x Rg + 4 x K + (Rg+Sg)mod4;
      Set_SABM_of_C3RMB(Sg,Rg,K,SA[Sg][Rg][K]);
      PACK_C3RMB_PAIR_IN_DIF(Sg,Rg,K,4xJ);
      if(K==89){
        K = 0;
        J= 360 x Rg + 4 x K + (Rg+Sg)mod4;
        Set_SA90(Sg,Rg,K,4xJ);
      }
    }
  }
}

```

4.12.4 Remainder data DIF block packing

The method of packing the remainder data into one remainder data DIF block is described below:

```

if( ( (4xJ)mod12 )==0 ){ SIZE=73; SKIP=12;
}else{      SIZE=85; SKIP= 0;
}
for(i; i<SIZE; i++) DIF[4xJ][SKIP+i] = BUF[Sg][Rg][ra+i];
ra=ra+SIZE;

```

Let PACK_REMAINDER_IN_DIF(Sg,Rg,4xJ,ra) be the process mentioned above.

All remainder data in the buffer memory of one 1 080i field or one 720p frame are packed into 180x16 remainder data DIF blocks. The method of packing remainder data into remainder data DIF blocks is described below:

```

for(Rg=0; Rg<4; Rg++){
  for(Sg=0; Sg<4; Sg++){
    ra=0;
    for(K=0; K<90; K++){
      J = 360 x Rg + 4 x K + (Rg+Sg)mod4;
      PACK_REMAINDER_IN_DIF(Sg,Rg,4xJ,ra);
    }
  }
}

```

```
    PACK_REMAINDER_IN_DIF(Sg,Rg,4xJ+1,ra);  
  }  
}  
}
```

The result of packing all the compressed data C3RMBs of one 1 080i field or one 720p frame into 5 760 DIF blocks (2 880 main data DIF blocks and 2 880 remainder data DIF blocks) is shown in Figure 22.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62330-2:2003

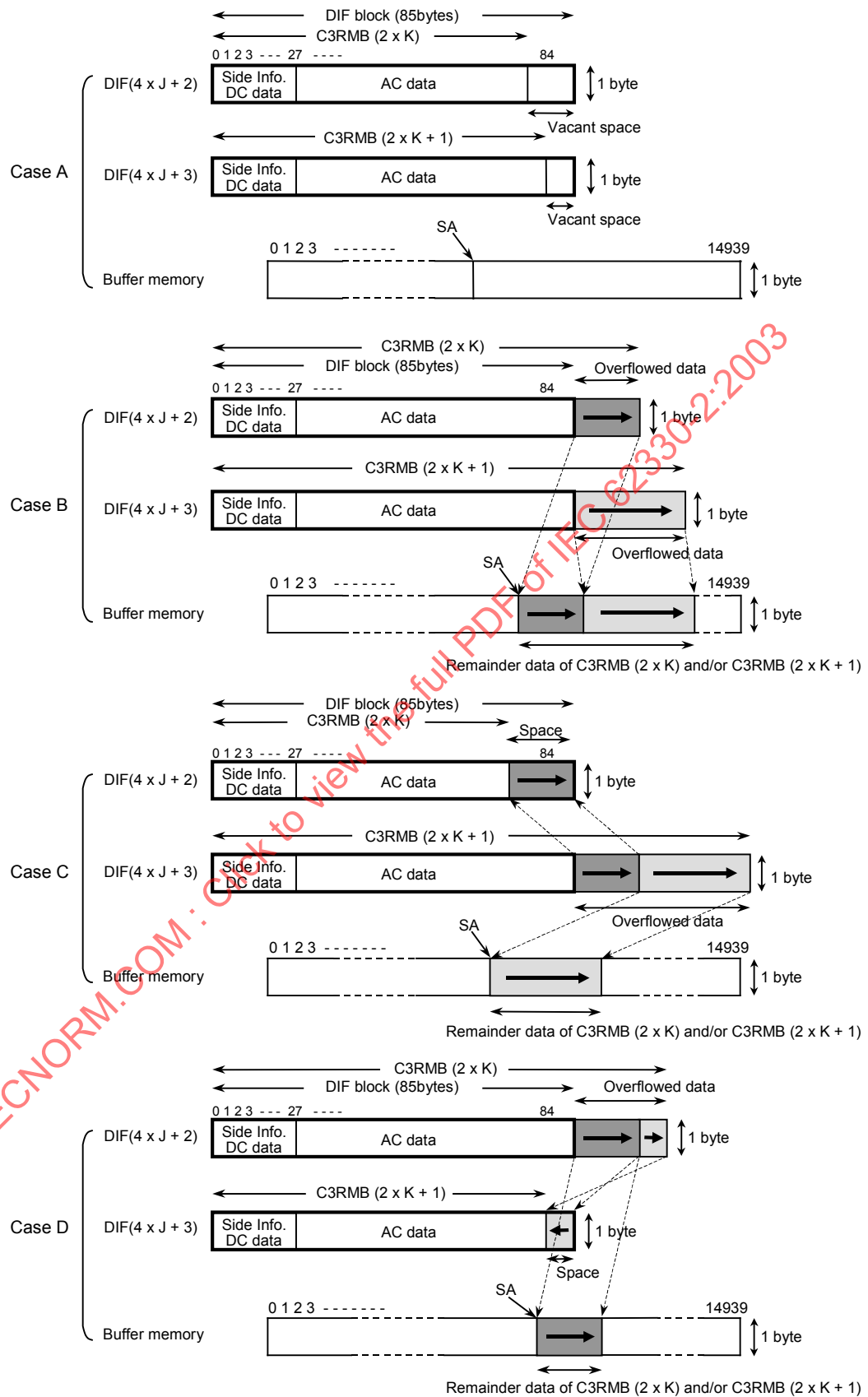


Figure 21 – Main data DIF block packing

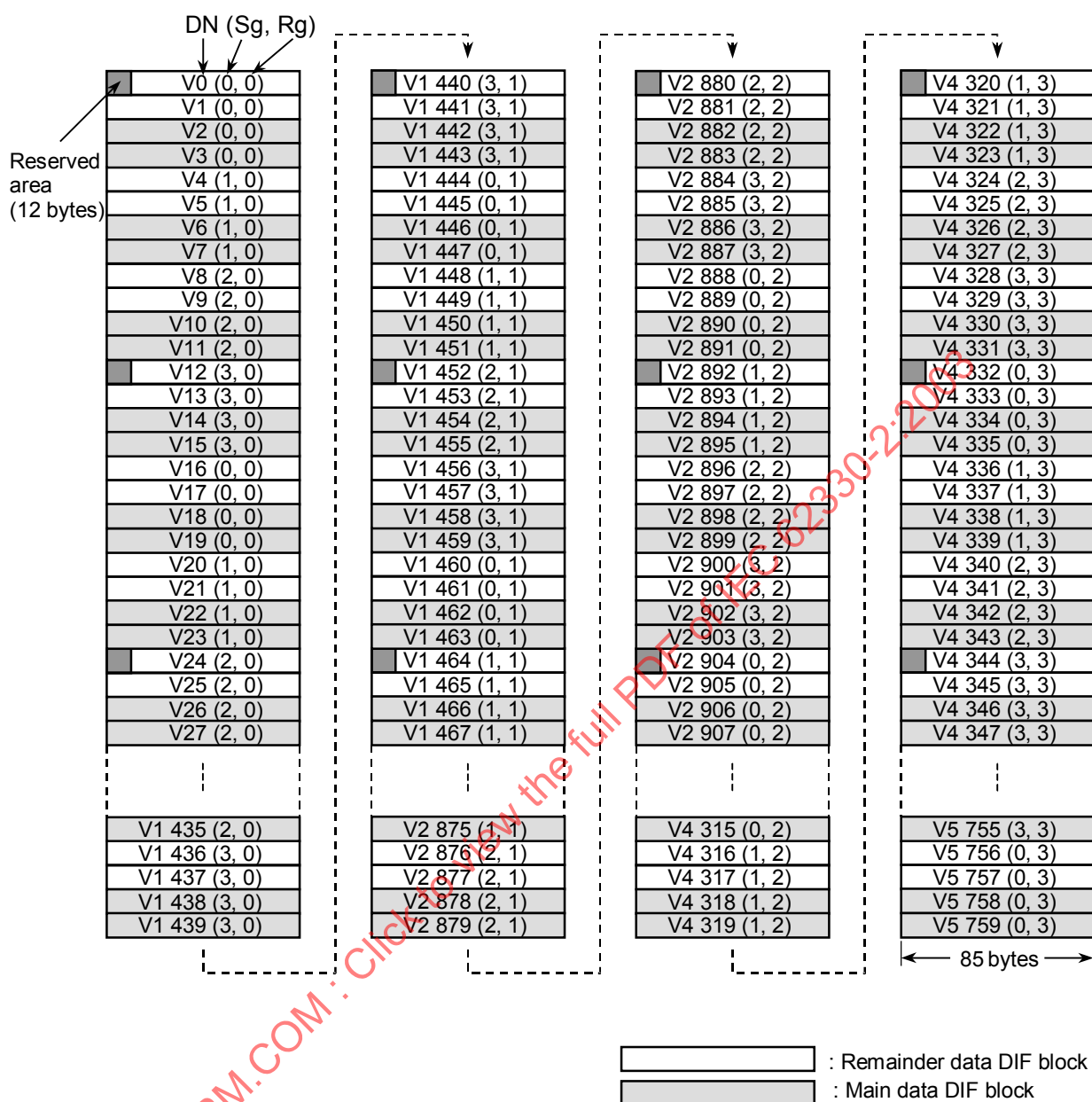


Figure 22 – Packing the compressed data in 5 760 DIF blocks

Annex A (normative)

Overlapped block DCT coding for robustness

The process of reproduction of missing (error-detected) coefficient in overlapped block DCT coding is shown in Figure A.1.

In the case of missing one column of data in a DCT coefficient block

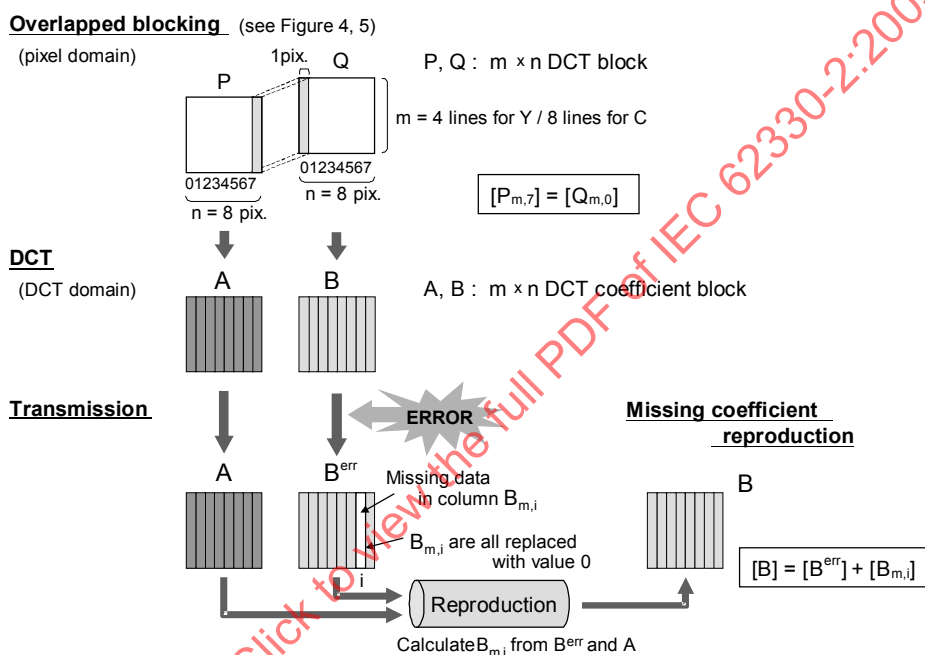


Figure A.1 – The process of missing coefficient reproduction

IDCT: $[P_{m,n}] = [D_{m,m}]^T [A_{m,n}] [D_{n,n}]$, $[Q_{m,n}] = [D_{m,m}]^T [B_{m,n}] [D_{n,n}]$ where $[D]$: DCT basis matrix

Pixel data in the most right side column of the DCT block "P": $[P_{m,7}] = [D_{m,m}]^T [A_{m,n}] [D_{n,7}]$

Pixel data in the most left side column of the DCT block "Q": $[B_{m,0}] = [D_{m,m}]^T [B_{m,n}] [D_{n,0}]$

By overlapped blocking: $[P_{m,7}] = [Q_{m,0}]$

From the equations mentioned above: $[A_{m,n}] [D_{n,7}] = [B_{m,n}] [D_{n,0}]$

The relationship of DCT coefficient between $[A_{m,n}]$ and $[B^{err}_{m,n}]$:

$$[A_{m,n}] [D_{n,7}] = [B^{err}_{m,n}] [D_{n,0}] + [B_{m,i}] [D_{i,0}]$$

where $i = 0$ to 7 , $[B^{err}_{m,n}]$: $[B_{m,n}]$ in which coefficients of column $[B_{m,i}]$ are all replaced to value 0

Reproduced missing coefficient data $[B_{m,i}]$ (column i in the $[B_{m,n}]$):

$$[B_{m,i}] = ([A_{m,n}] [D_{n,7}] - [B^{err}_{m,n}] [D_{n,0}]) / [D_{i,0}]$$

Reproduced DCT coefficient $[B_{m,n}]$: $[B_{m,n}] = [B^{err}_{m,n}] + [B_{m,i}]$

In the case of missing more than one column of data in a DCT coefficient block

All data in error-detected columns are replaced with the value zero. Then the only lowest frequency column in the error-detected columns is reproduced by the same equations described above, supposing all other columns replaced with value zero are originally zero.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62330-2:2003

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	48
1 Domaine d'application	50
2 Références normatives	50
3 Acronymes	50
4 Traitement vidéo	52
4.1 Vue d'ensemble	52
4.2 Signal vidéo	53
4.3 Formation de blocs	56
4.4 Distribution des SMBG (Groupes de Super-macroblochs, en anglais, «Super macro block groups»)	63
4.5 DCT (Transformée en cosinus discret, en anglais, «Discrete cosine transform»)	66
4.6 Catégorisation et pondération	68
4.7 Brassage des CG (Groupes de coefficients, en anglais, «Coefficient groups»)	72
4.8 Brassage des RMB (Macroblochs réagencés, en anglais, «Rearranged macro blocks»)	75
4.9 Quantification	76
4.10 Contrôle de fréquence	77
4.11 VLC (Codage de longueur variable, en anglais, «Variable length coding»)	77
4.12 Mise en paquets	81
Annexe A (normative) Codage DCT (Transformée en cosinus discret, en anglais, «Discrete cosine transform») des blocs en superposition pour la robustesse	95
Figure 1 – Schéma par blocs de la vue d'ensemble du traitement vidéo	53
Figure 2 – Transmission des échantillons du système 1 080i	55
Figure 3 – Transmission des échantillons du système 720p	56
Figure 4 – Formation de blocs en superposition de pixels de luminance (Y)	58
Figure 5 – Formation de blocs en superposition de pixels de différence de couleur C_B/C_R	59
Figure 6 – Structure de macrobloc dans le système 1 080i et les systèmes 720p	60
Figure 7 – Structure de super-macrobloc dans le système 1 080i et les systèmes 720p	60
Figure 8 – Disposition des pixels pour la formation de blocs du système 1 080i	62
Figure 9 – Disposition des SMB (Super-macroblochs) dans une trame pour le système 1 080i	63
Figure 10 – Agencement des SMB (Super-macroblochs) dans une image pour le système 720p.	63
Figure 11 – Distribution des SMBG (Groupes de Super-macroblochs, en anglais, «Super macro block groups») dans le système 1 080i	65
Figure 12 – Distribution des SMBG (Groupes de Super-macroblochs, en anglais, «Super macro block groups») dans le système 720p	66
Figure 13 – Structure du bloc de coefficients de DCT (Transformée en cosinus discret, en anglais, «Discrete cosine transform»)	68
Figure 14 – Brassage des CG (Groupes de coefficients, en anglais, «Coefficient groups») pour Y	73

Figure 15 – Brassage des CG (Groupes de coefficients, en anglais, «Coefficient groups») pour C	74
Figure 16 – Brassage des RMB (Macroblocs réagencés, en anglais, «Rearranged macro blocks»)	76
Figure 17 – Ordre du codage de VLC (Codage de longueur variable, en anglais, «Variable length coding»)	78
Figure 18 – Structure de la C3RMB (Données compressées de 3 RMB, en anglais, «Compressed data of 3 RMBs»)	83
Figure 19 – Réagencement des mots de code de données de VLC (Codage de longueur variable, en anglais, «Variable length coding»).....	85
Figure 20 – Structure de données d'un champ 1 080i/d'une image 720p	86
Figure 21 – Mise en paquets des blocs de DIF (Interface numérique, en anglais, «Digital interface») de données principales	93
Figure 22 – Mise en paquets des données compressées dans 5 760 blocs de DIF (Interface numérique, en anglais, «Digital interface»)	94
Figure A.1 – Processus de reproduction de coefficients manquants	95
Tableau 1 – Construction de l'échantillonnage des signaux vidéo	54
Tableau 2 – Catégorisation du signal Y	69
Tableau 3 – Catégorisation du signal C_B	69
Tableau 4 – Catégorisation du signal C_R	69
Tableau 5 – Tableau de $CY_0(t, u)$	69
Tableau 6 – Tableau de $CY_1(t, u)$	70
Tableau 7 – Tableau de $CY_2(t, u)$	70
Tableau 8 – Tableau de $CY_3(t, u)$	70
Tableau 9 – Tableau de $CC_0(t, u)$	71
Tableau 10 – Tableau de $CC_1(t, u)$	71
Tableau 11 – Tableau de $CC_2(t, u)$	71
Tableau 12 – Mots de code pour codage de longueur variable (1).....	78
Tableau 13 – Mots de code pour codage de longueur variable (2).....	79

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈME DE MAGNÉTOSCOPE NUMÉRIQUE À CASSETTE À BALAYAGE HÉLICOÏDAL SUR BANDE MAGNÉTIQUE DE 12,65 mm (0,5 in) – FORMAT HD-D5 –

Partie 2: Format de compression

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62330-2 a été établie par le Domaine technique 6: Support de stockage et appareils à haut débit de données du Comité d'études 100 de la CEI: Systèmes et appareils audio, vidéo et multimédia.

La présente version bilingue (2012-11) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2003-05.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 100/505/CDV et 100/604/RVC.

Le rapport de vote 100/604/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2008. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

La CEI 62330 comprend les parties suivantes, sous le titre général *Système de magnétoscope numérique à cassette à balayage hélicoïdal sur bande magnétique de 12,65 mm (0,5 in) – Format HD-D5*.

Partie 1: Spécifications VTR

Partie 2: Format de compression

Partie 3: Format du flux de données

La Partie 1 décrit les spécifications du magnétoscope, à savoir la bande, la magnétisation, l'enregistrement hélicoïdal, la méthode de modulation et les données du système de base pour des données vidéo compressées de haute définition avec une fréquence image de 29,97 ou 59,94.

La présente Partie 2 décrit les spécifications du processus de codage et le format de données pour les systèmes 1080i et 720p.

La Partie 3 décrit les spécifications de transmission de flux de données vidéo et audio compressées HD-D5 sur une interface numérique série à 360 Mb/s.

SYSTÈME DE MAGNÉTOSCOPE NUMÉRIQUE À CASSETTE À BALAYAGE HÉLICOÏDAL SUR BANDE MAGNÉTIQUE DE 12,65 mm (0,5 in) – FORMAT HD-D5 –

Partie 2: Format de compression

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62330 définit le processus de codage de la compression vidéo HD-D5 ainsi que son format de données pour le système 1 080/59,94i (appelé ci-après système 1 080i) et le système 720/59,94p (appelé ci-après système 720p).

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ITU-R BT.1543, *Format d'images 1 280 × 720, 16 × 9, obtenues par balayage progressif pour la production et l'échange de programmes internationaux à 60 Hz*

UIT-R BT.709, *Valeurs des paramètres des normes de TVHD pour la production et l'échange international de programmes*

3 Acronymes

BUF	Mémoire tampon (en anglais, «Buffer memory»)
C	Signal de différence de couleur (en anglais, «Colour difference signal»)
C3RMB	Données compressées de 3 RMB (Macroblocs réagencés) (en anglais, «Compressed data of 3 RMBs»)
C(t, u)	Valeur du coefficient de DCT (Transformée en cosinus discret) à la fréquence (t, u)
C _B /C _R	Signal de différence de couleur (en anglais, «Colour difference signal»)
CC0 ~ CC2	Catégories pour le bloc de DCT (Transformée en cosinus discret) C
Ccoef()	CG (Groupe de coefficients) de DCT (Transformée en cosinus discret) C
CG	Groupe de coefficients (en anglais, «Coefficient group»)
CGNR	Numéro de CG d'un coefficient de DCT (Transformée en cosinus discret) Y/C dans un RMB (Macrobloc réagencé)
CGNS	Numéro de CG d'un coefficient de DCT (Transformée en cosinus discret) Y/C dans un SMB (Super-macrobloc)
CN	Numéro de C3RMB dans un RMBG (Groupe de macroblocs réagencés)
CRcoef()	CG de DCT (Transformée en cosinus discret) C réagencé
CS	Numéro de bloc de DCT (Transformée en cosinus discret) C dans un SMB (Super-macrobloc)
CY0 ~ CY3	Catégories de bloc de DCT (Transformée en cosinus discret) Y
DCT	Transformée en cosinus discret (en anglais, «Discrete cosine transform»)
DIF	Interface numérique (en anglais, «Digital interface»)

DIF(n)	Bloc de DIF de numéro n
DN	Numéro de bloc de DIF
EOB	Code de «Fin de bloc» (en anglais, «End of block»)
EOM	Code de «Fin de 3 RMB (Macroblocs réagencés)»
exnor	Non-ou exclusif logique
f()	Table de valeurs de décalage pour distribution de SMBG (Groupe de super-macroblocs)
FCB	Indicateur de catégorie de bloc de DCT C_B
FCB'	Indicateur de catégorie de bloc de DCT C_B
FCR	Indicateur de catégorie de bloc de DCT C_R
FCR'	Indicateur de catégorie de bloc de DCT C_R
FFL	Indicateur de numéro de champ (en anglais, «Field number flag»)
FMB	Indicateur de catégorie du MB (Macrobloc) (en anglais, «Category flag of the MB»)
FMB'	Indicateur de catégorie du MB (Macrobloc) (en anglais, «Category flag of the MB»)
FYa ~ FYd	Indicateurs de catégorie des quatre blocs de DCT ($Y_a \sim Y_d$) du MB (Macrobloc)
Fya' ~ FYd'	Indicateurs de catégorie des quatre blocs de DCT ($Y_a \sim Y_d$) du MB (Macrobloc)
H	Numéro de la position horizontale d'un SMB (Super-macrobloc) dans une trame vidéo (système 1 080i) ou dans une image vidéo (système 720p)
HR	Numéro de position de colonne d'un RMB (Macrobloc réagencé)
HS	Numéro de position de colonne d'un SMB (Super-macrobloc) dans un SMBG (Groupe de super-macroblocs)
IDCT	Transformée en cosinus discret inverse (en anglais, «Inverse discrete cosine transform»)
int (A)	Partie entière de A
LEN	Longueur des C3RMB en octets
MB	Macrobloc
mod	Opérateur modulo
N.A.	Ne s'applique pas
Offset()	Valeur de décalage pour brassage de RMB (Macroblocs réagencés)
P(r, s)	Valeur du pixel dans la position (r, s) dans le bloc de DCT Y/C
Qno	Numéro de quantification (en anglais, «Quantization number»)
Qstep	Valeur d'échelon de quantification (en anglais, «Quantization step value»)
r	Numéro de la position horizontale d'un pixel dans un bloc de DCT Y/C
Rg	Numéro de RMBG (Groupe de macroblocs réagencés) dans les RMB (Macroblocs réagencés)
RMB	Macrobloc réagencé (en anglais, «Rearranged macro block»)
RMBG	Groupe de macroblocs réagencés (en anglais, «Rearranged macro block group»)
Rn	Numéro d'ordre de codage de RMB dans chaque RMBG
s	Numéro de la position verticale d'un pixel dans un bloc de DCT Y/C
SA	Adresse de début (en anglais, «Starting address») des données restantes dans la mémoire tampon

SABM	Données sur un octet de la SA (deux octets)
Sg	Numéro d'un SMBG (Groupe de super-macroblocs) dans une trame vidéo (système 1 080i) ou dans une image vidéo (système 720p)
SMB	Super-macrobloc
SMBG	Groupe de Super-macroblocs (en anglais, «Super macro block group»)
t	Numéro de la fréquence horizontale dans un bloc de coefficients de DCT Y/C
TableCY0 ~ 3	Tables de valeurs de paramétrage pour la fonction de pondération Y
TableCC0 ~ 2	Tables de valeurs de paramétrage pour la fonction de pondération C
u	Numéro de la fréquence verticale dans un bloc de coefficients de DCT Y/C
V	Numéro de la position verticale d'un SMB dans une trame vidéo (système 1 080i) ou dans une image vidéo (système 720p)
VLC	Codage de longueur variable (en anglais, «Variable length coding»)
VR	Numéro de la position d'une rangée d'un RMB
VS	Numéro de la position d'une rangée d'un SMB dans un SMBG
W(t, u)	Valeur de pondération à la fréquence (t, u)
Y	Signal de luminance
Ya ~ Yd	Quatre blocs de DCT Y dans un MB
Ycoef()	CG de DCT Y
YR	Numéro de bloc de coefficients de DCT Y dans un RMB
YRcoef()	CG de DCT Y réagencé
YS	Numéro de bloc de DCT Y dans un SMB
Z	Numéro de la position d'une rangée du RMB après brassage des RMB
ZRL	Code de 15 coefficients successifs à zéro suivi d'un coefficient d'amplitude nulle

4 Traitement vidéo

4.1 Vue d'ensemble

Les composantes de luminance (Y) et de différence de couleur (C_B et C_R) d'un signal vidéo 1 080i ou 720p sont respectivement échantillonnées à 74,25/1,001 MHz et 37,125/1,001 MHz.

Après avoir éliminé les échantillons des périodes de suppression verticales et horizontales, les échantillons vidéo actifs sont divisés en quatre groupes de super-macroblocs (SMBG) par trame (1 080i) ou par image (720p). Chaque SMBG consiste en 1 080 super-macroblocs (SMB).

Chaque SMB consiste en deux MB (Macroblocs). Chaque MB consiste en quatre blocs de DCT (Transformée en cosinus discret, en anglais, «Discrete cosine transform») de luminance (matrice de 8×4 pixels) et un bloc de chaque entre le bloc de DCT C_B (matrice de 8×8 pixels) et le bloc de DCT C_R (matrice de 8×8 pixels).

Comme décrit ultérieurement, deux blocs de DCT de luminance horizontalement adjacents sont recouverts d'une colonne de pixels à leur jonction. Deux blocs de DCT de chrominance horizontalement adjacents sont recouverts d'une colonne de pixels à leur jonction lorsqu'ils sont formés en SMB.

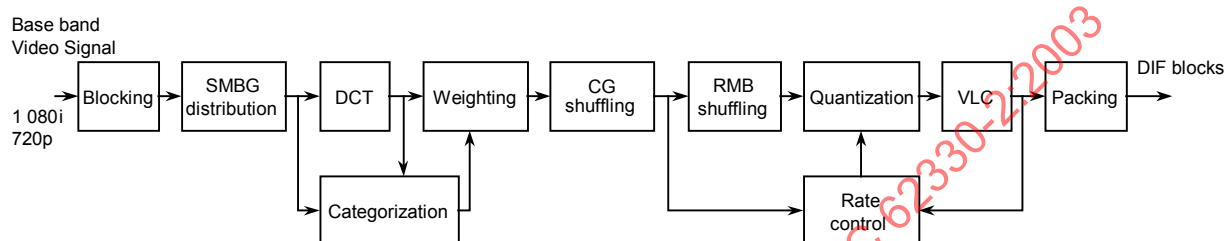
Chaque bloc de DCT est transformé de manière à représenter des coefficients de courant continu et de courant alternatif. Les coefficients sont pondérés par l'intermédiaire des catégories agencées à l'avance avant brassage. Ils sont ensuite formés en MB réagencés (RMB).

Les coefficients de DCT dans un groupe de MB réagencés (RMBG) sont quantifiés et transformés en données de longueur fixe par VLC (Codage de longueur variable, en anglais, «Variable length coding»).

Les mots de code de sortie de VLC d'un RMBG sont constitués en 360 blocs de DIF (Interface numérique, en anglais, «Digital interface»).

Les données vidéos compressées pour une trame 1 080i ou pour une image 720p consistent en 5 760 blocs de DIF.

Le schéma par blocs de la vue d'ensemble du traitement vidéo est représenté à la Figure 1.



Légende

Anglais	Français
Base band Video Signal	Signal vidéo en bande de base
Blocking	Formation de blocs
SMBG distribution	Distribution SMBG
Categorization	Catégorisation
Weighting	Pondération
CG shuffling	Brassage CG
RMB shuffling	Brassage RMB
Quantization	Quantification
Rate control	Commande de fréquence
Packing	Mise en paquets
DIF blocks	Blocs DIF

Figure 1 – Schéma par blocs de la vue d'ensemble du traitement vidéo

4.2 Signal vidéo

4.2.1 Processus d'échantillonnage

La structure d'échantillonnage est définie dans l'UIT-R BT.709 et dans l'UIT-R BT.1543. Les structures d'échantillonnage du signal de luminance (Y) et des deux signaux de différence de couleur (C_B/C_R) sont décrites dans le Tableau 1.

4.2.1.1 Structure d'une ligne dans une trame (système 1 080i) ou dans une image (système 720p)

Pour le système 1 080i, 540 lignes pour les signaux Y, C_B et C_R de chaque trame doivent être transmises.

Pour le système 720p, 720 lignes pour les signaux Y, C_B et C_R de chaque image doivent être transmises.

Les lignes transmises d'une image de télévision sont définies dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Construction de l'échantillonnage des signaux vidéo

		Système 1 080i		Système 720p	
Fréquence d'échantillonnage	Y	74,25 MHz/1,001			
	C _B /C _R	37,125 MHz/1,001			
Nombre total de pixels par ligne	Y	2 200		1 650	
	C _B /C _R	1 100		825	
Nombre total de pixels actifs par ligne	Y	1 920		1 280	
	C _B /C _R	960		640	
Nombre de lignes par image		1 125		750	
Nombre de lignes actives par image		1 080		720	
Numéros des lignes actives		Trame 1	21 à 560	Image	26 à 745
		Trame 2	584 à 1 123		
Quantification		Chaque échantillon est quantifié linéairement sur 10 bits pour Y, C _B et C _R			
Relation entre le niveau du signal vidéo et le niveau quantifié	Échelle	4 à 1 019			
	Y	Niveau quantifié 877 Niveau de signal vidéo du blanc 940 Niveau de signal vidéo du noir 64			
	C _B /C _R	Niveau quantifié 897 Niveau de signal vidéo du gris 512			

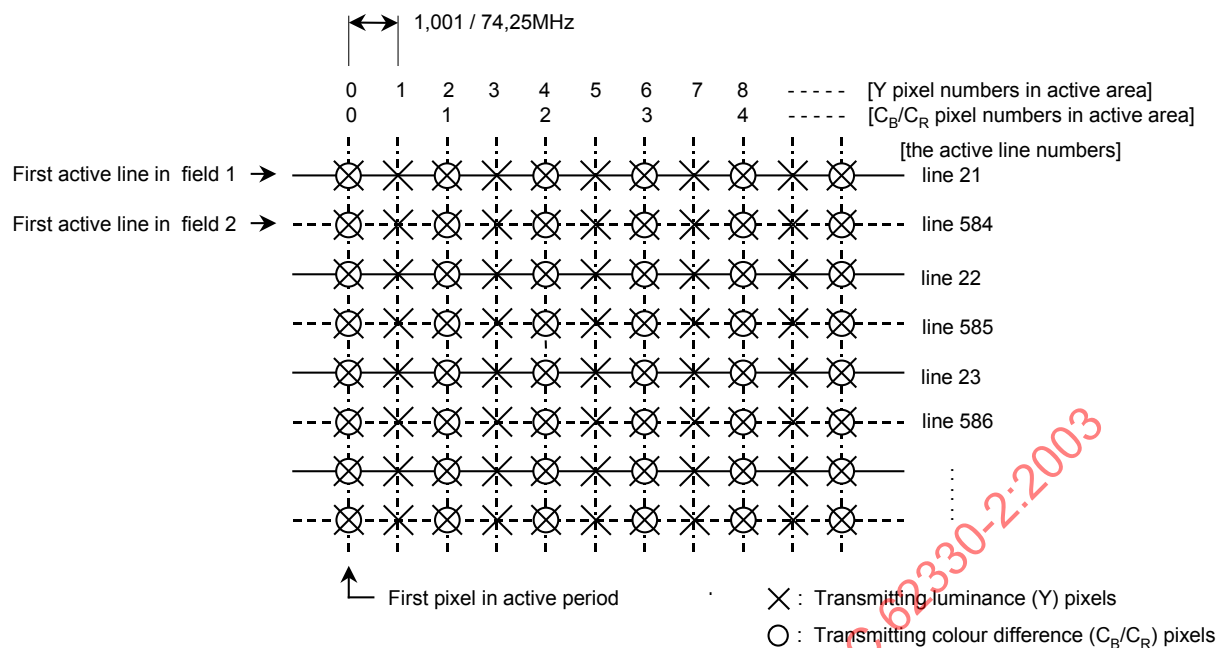
4.2.1.2 Structure des pixels dans une trame (1 080i)/dans une image (720p)

– système 1 080i

Tous les pixels échantillonnés, 1 920 pixels de luminance par ligne et 960 pixels de différence de couleur, sont conservés en vue d'un traitement, comme représenté à la Figure 2. Le processus d'échantillonnage démarre en même temps pour les signaux de luminance et de différence de couleur.

– système 720p

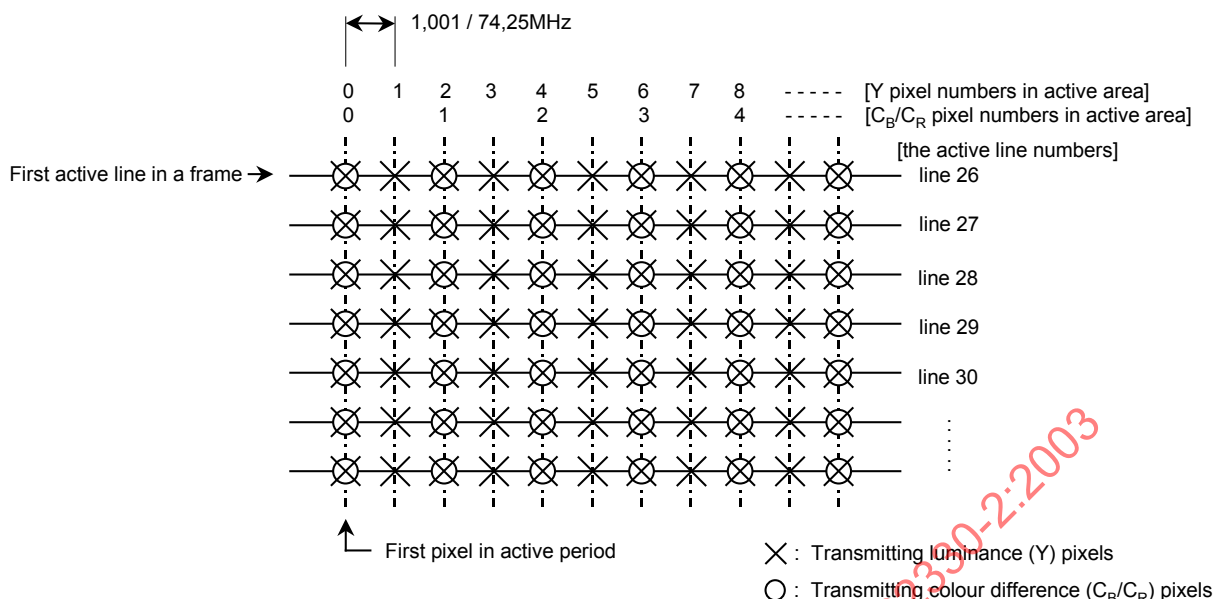
Tous les pixels échantillonnés, 1 280 pixels par ligne et 640 pixels de différence de couleur, sont conservés en vue d'un traitement, comme représenté à la Figure 3. Le processus d'échantillonnage démarre en même temps pour les signaux de luminance et de différence de couleur.



Légende

Anglais	Français
First active line in field 1	Première ligne active dans la trame
First active line in field 2	Première ligne active dans la trame
First pixel in active period	Premier pixel dans la période active
[Y pixel numbers in active area]	[Numéros de pixels Y dans la zone active]
[C _B /C _R pixel numbers in active area]	[Numéros de pixels C _B /C _R dans la zone active]
[the active line numbers]	[numéros de lignes actives]
line 21	ligne 21
line 584	ligne 584
line 22	ligne 22
line 285	ligne 285
line 23	ligne 23
line 586	ligne 586
Transmitting luminance (Y) pixels	Pixels de transmission de luminance (Y)
Transmitting colour difference (C _B /C _R) pixels	Pixels de transmission de différence de couleur (C _B /C _R)

Figure 2 – Transmission des échantillons du système 1 080i



Légende

Anglais	Français
First active line in a frame	Première ligne active dans une image
First pixel in active period	Premier pixel dans la période active
[Y pixel numbers in active area]	[Numéros de pixels Y dans la zone active]
[C _B /C _R pixel numbers in active area]	[Numéros de pixels C _B /C _R dans la zone active]
[the active line numbers]	[numéros de lignes actives]
line 26	ligne 26
line 27	ligne 27
line 28	ligne 28
line 29	ligne 29
line 30	ligne 30
Transmitting luminance (Y) pixels	Pixels de transmission de luminance (Y)
Transmitting colour difference (C _B /C _R) pixels	Pixels de transmission de différence de couleur (C _B /C _R)

Figure 3 – Transmission des échantillons du système 720p

4.3 Formation de blocs

4.3.1 Bloc de DCT (Transformée en cosinus discret, en anglais, «Discrete cosine transform»), macrobloc (MB) et super-macrobloc (SMB)

4.3.1.1 Bloc de DCT

Les pixels Y d'une trame (système 1 080i) et d'une image (système 720p) doivent être divisés en zones rectangulaires de 15 pixels horizontaux et 4 lignes. Deux blocs de DCT Y (une paire de blocs de DCT Y) sont constitués de chacune des zones rectangulaires, comme représenté à la Figure 4. Dans chaque paire de blocs de DCT Y, le pixel le plus à droite du bloc de DCT de gauche est recouvert par le pixel le plus à gauche du bloc de DCT de droite (formation de blocs en superposition).

Les pixels C_B/C_R d'une trame (1 080i) et d'une image (système 720p) doivent être divisés en zones rectangulaires de 15 pixels horizontaux et 8 lignes. Deux blocs de DCT C (une paire de blocs de DCT C) sont constitués de chacune des zones rectangulaires, comme représenté à la Figure 5. Dans chaque paire de blocs de DCT C le pixel le plus à droite du bloc de gauche

est recouvert par le pixel le plus à gauche du bloc de droite (formation de blocs en superposition). La formation de blocs en superposition est utilisée pour la robustesse vis-à-vis des erreurs (voir Annexe A).

Soit r le numéro de la position horizontale d'un pixel dans un bloc de DCT Y/C

$r = 0, 1, 2, \dots, 7$.

Soit s le numéro de la position verticale d'un pixel dans un bloc de DCT Y/C

Pour les blocs Y, $s = 0, 1, 2, 3$

Pour les blocs C, $s = 0, 1, 2, \dots, 7$

Soit $P(r, s)$ la valeur du pixel dans la position (r, s) .

4.3.1.2 Macrobloc (MB)

Chaque macrobloc (MB) dans le système 1 080i et le système 720p consiste en deux paires de blocs de DCT Y, un bloc de DCT C_B et un bloc de DCT C_R . Deux paires de blocs de DCT Y sont verticalement adjacentes. Le bloc de DCT C_B et le bloc de DCT C_R correspondent spatialement aux deux paires de blocs de DCT Y. Quatre blocs de DCT Y (Y_a, Y_b, Y_c, Y_d), un bloc de DCT C_B et un bloc de DCT C_R sont représentés à la Figure 6.

4.3.1.3 Super-macrobloc (SMB)

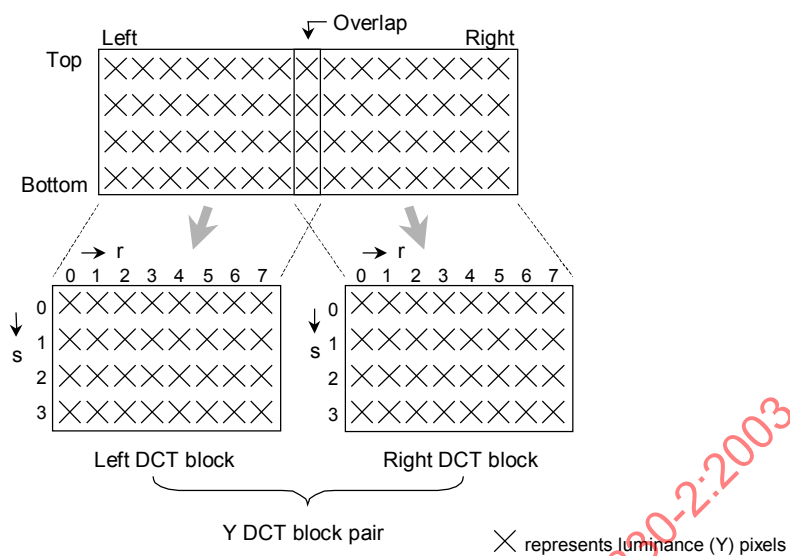
Comme représenté à la Figure 7, chaque super-macrobloc (SMB) dans le système 1 080i et le système 720p consiste en deux macroblocs qui sont horizontalement adjacents. Deux blocs de DCT C de C_B/C_R dans un super-macrobloc sont constitués d'une paire de blocs de DCT C de C_B/C_R .

Soit YS le numéro de bloc de DCT Y dans chaque SMB comme représenté à la Figure 7.

$YS = 0, 1, 2, \dots, 7$.

Soit CS le numéro de bloc de DCT C dans chaque SMB comme représenté à la Figure 7.

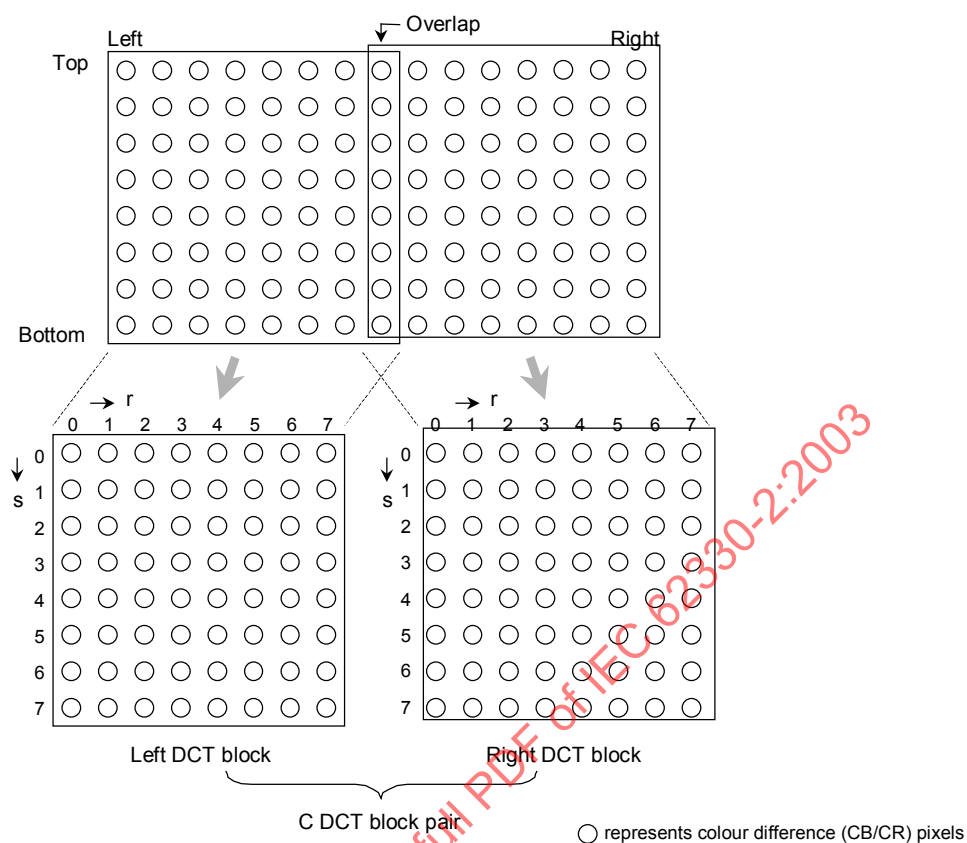
$CS = 0, 1$.



Légende

Anglais	Français
Left	Gauche
Overlap	Superposition
Right	Droite
Top	Haut
Bottom	Bas
Left DCT block	Bloc de DCT de gauche
Right DCT block	Bloc de DCT de droite
Y DCT block pair	Paire de blocs de DCT Y
Represents luminance (Y) pixels	représente les pixels de luminance

Figure 4 – Formation de blocs en superposition de pixels de luminance (Y)



Légende

Anglais	Français
Left	Gauche
Overlap	Superposition
Right	Droite
Top	Haut
Bottom	Bas
Left DCT block	Bloc de DCT de gauche
Right DCT block	Bloc de DCT de droite
C DCT block pair	Paire de blocs de DCT C
represents colour difference (CB/CR) pixels	représente les pixels de différence de couleur (CB/CR)

Figure 5 – Formation de blocs en superposition de pixels de différence de couleur C_B/C_R

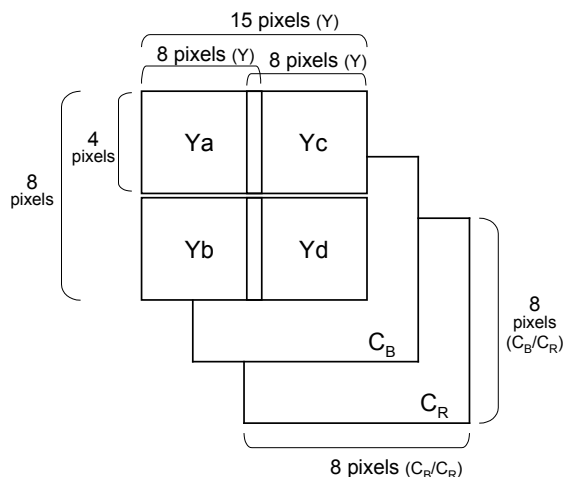


Figure 6 – Structure de macrobloc dans le système 1080i et les systèmes 720p

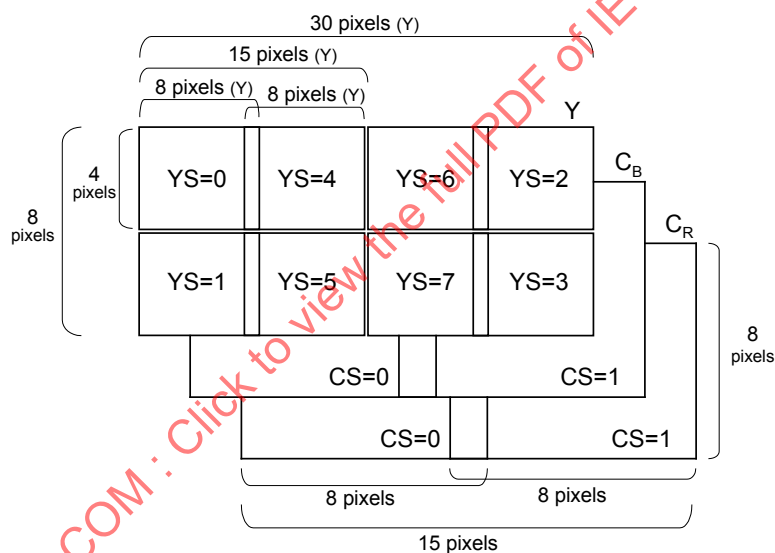


Figure 7 – Structure de super-macrobloc dans le système 1080i et les systèmes 720p

4.3.2 Disposition des super-macroblocs

4.3.2.1 Système 1080i

La dimension verticale d'une trame, d'une longueur de 540 pixels, n'est pas divisible par la dimension verticale du SMB (Super-macrobloc), d'une longueur de 8 pixels.

Pour placer tous les SMB dans la matrice de $1\,920 \times 540$ pixels de la trame 1080i, la suppression et les attachements des SMB d'une hauteur moitié sont nécessaires, comme représenté à la Figure 8.

1) Pixels Y

- Les pixels situés dans quatre zones rectangulaires de numéros de position horizontale de pixel de $(480 \times N)$ à $(59 + 480 \times N)$ et de $(360 + 480 \times N)$ à $(419 + 480 \times N)$ dans la zone active et de numéros de position de ligne de 536 à 539 dans la zone active, doivent être déplacés horizontalement de 1 020 positions de pixel vers la droite, verticalement de 4 lignes vers le bas ($N = 0, 1$).

- Les pixels situés dans deux zones rectangulaires de numéros de position horizontale de pixel de $(240 + 480 \times N)$ à $(359 + 480 \times N)$ dans la zone active et de numéros de position de ligne de 536 à 539 dans la zone active, doivent être déplacés horizontalement de 840 positions de pixel vers la droite, verticalement de 4 lignes vers le bas ($N = 0, 1$).
- Les pixels situés dans quatre zones rectangulaires de numéros de position horizontale de pixel de $(960 + 480 \times N)$ à $(1\,019 + 480 \times N)$ et de $(1\,320 + 480 \times N)$ à $(1\,379 + 480 \times N)$ dans la zone active et de numéros de position de ligne de 536 à 539 dans la zone active, doivent être déplacés horizontalement de 900 positions de pixel vers la gauche, verticalement de 4 lignes vers le bas $\times N = 0, 1$).
- Les pixels situés dans deux zones rectangulaires de numéros de position horizontale de pixel de $(1\,200 + 480 \times N)$ à $(1\,319 + 480 \times N)$ dans la zone active et de numéros de position de ligne de 536 à 539 dans la zone active, doivent être déplacés horizontalement de 1 080 positions de pixel vers la gauche, verticalement de 4 lignes vers le bas ($N = 0, 1$).

2) Pixels C_B/C_R

Les pixels C_B/C_R occupent les positions prises par les numéros de pixels horizontaux Y de numéros pairs. L'opération de remplacement des SMB (Super-macroblocs) de hauteur moitié, identiques aux pixels Y comme décrit ci-dessus, est effectuée pour les pixels C_B/C_R .

L'agencement des SMB dans une trame est représenté sur la Figure 9. Le même agencement horizontal des 64 SMB est répété avec 67 SMB dans la direction verticale à partir du haut et il y a 32 SMB dans la direction horizontale en bas. Le nombre de SMB dans une trame est de 4 320, comme décrit ci-dessous:

(67 SMB verticaux × 64 SMB horizontaux) + 32 SMB = 4 320 SMB

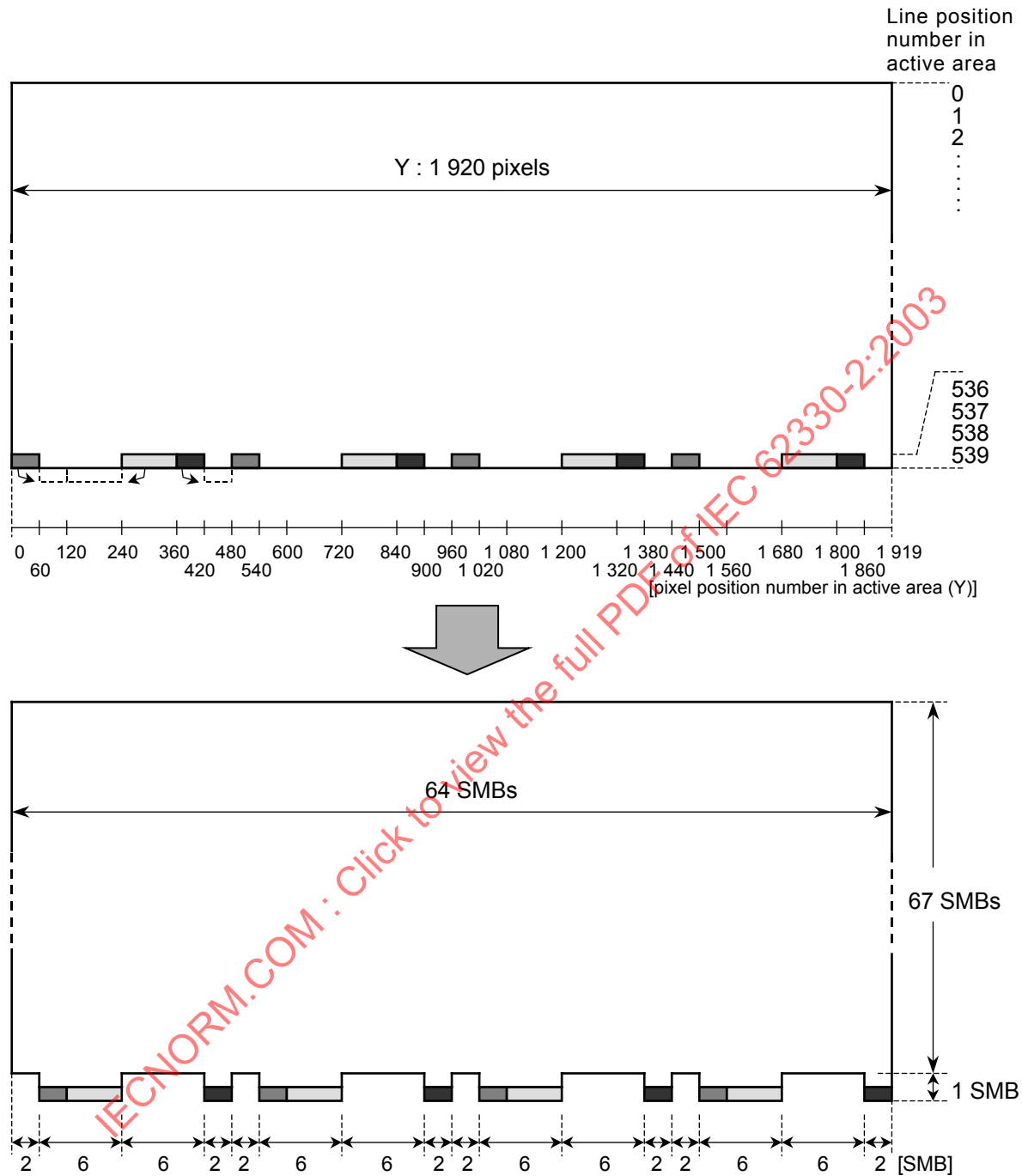


Figure 8 – Disposition des pixels pour la formation de blocs du système 1 080i

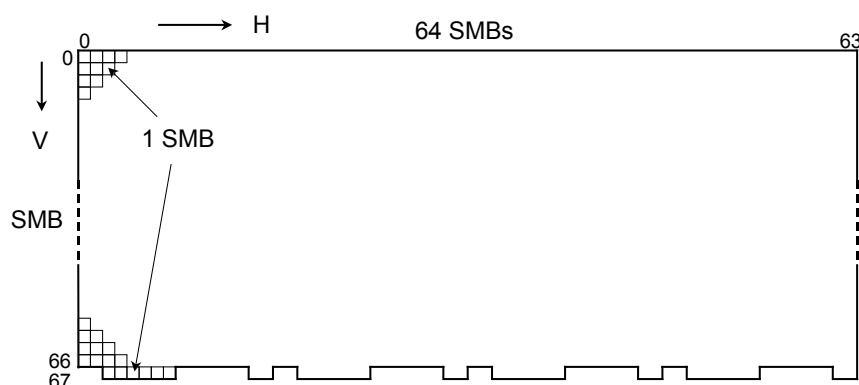


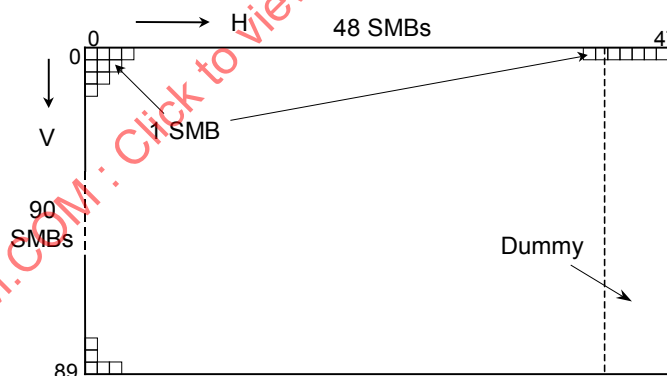
Figure 9 – Disposition des SMB (Super-macroblocs) dans une trame pour le système 1 080i

4.3.2.2 Système 720p

En tant que première étape de la formation des blocs, 160 pixels fictifs Y et 80 pixels fictifs C_B/C_R sont ajoutés en tant que pixels les plus à droite dans chaque ligne. La valeur fictive doit être de «040h» pour Y et «200h» pour C.

L'agencement des SMB (Super-macroblocs) dans une image pour le système 720p est représenté sur la Figure 10. Le même agencement horizontal des 48 SMB est répété avec 90 SMB dans la direction verticale de haut en bas. Le nombre de SMB dans une image est de 4 320, comme décrit ci-dessous:

$$90 \text{ SMB verticaux} \times 48 \text{ SMB horizontaux} = 4\,320 \text{ SMB}$$



Légende

Anglais	Français
Dummy	Fictive

Figure 10 – Agencement des SMB (Super-macroblocs) dans une image pour le système 720p

4.4 Distribution des SMBG (Groupes de Super-macroblocs, en anglais, «Super macro block groups»)

4.4.1 Système 1 080i

4 320 SMB (Super-macroblocs) dans une trame sont divisés en quatre SMBG (Groupes de Super-macroblocs, en anglais, «Super macro block groups»), comme représenté à la Figure 11.

Soit H le numéro de la position horizontale d'un SMB dans la trame vidéo

$H = 0, 1, 2, \dots, 63.$

Soit V le numéro de la position verticale d'un SMB dans la trame vidéo

$V = 0, 1, 2, \dots, 67.$

Soit HS le numéro de la position de colonne d'un SMB dans un SMBG

$HS = 0, 1, 2, \dots, 5.$

Soit VS le numéro de la position de rangée d'un SMB dans un SMBG

$VS = 0, 1, 2, \dots, 179.$

Soit Sg le numéro du SMBG dans une trame

$Sg = 0, 1, 2, 3.$

La méthode de distribution est décrite ci-dessous:

$$V = (\text{int}(VS/8)) \times 3 + \text{int}(((VS \bmod 8) \times 6 + HS)/16)$$

$$H = ((f(h, v) + ((\text{int}(VS/8) - Sg) \times 8) \bmod 32) \times 2 + ((\text{int}(VS/8)) \bmod 2) \times \text{nor}(HS \bmod 2))$$

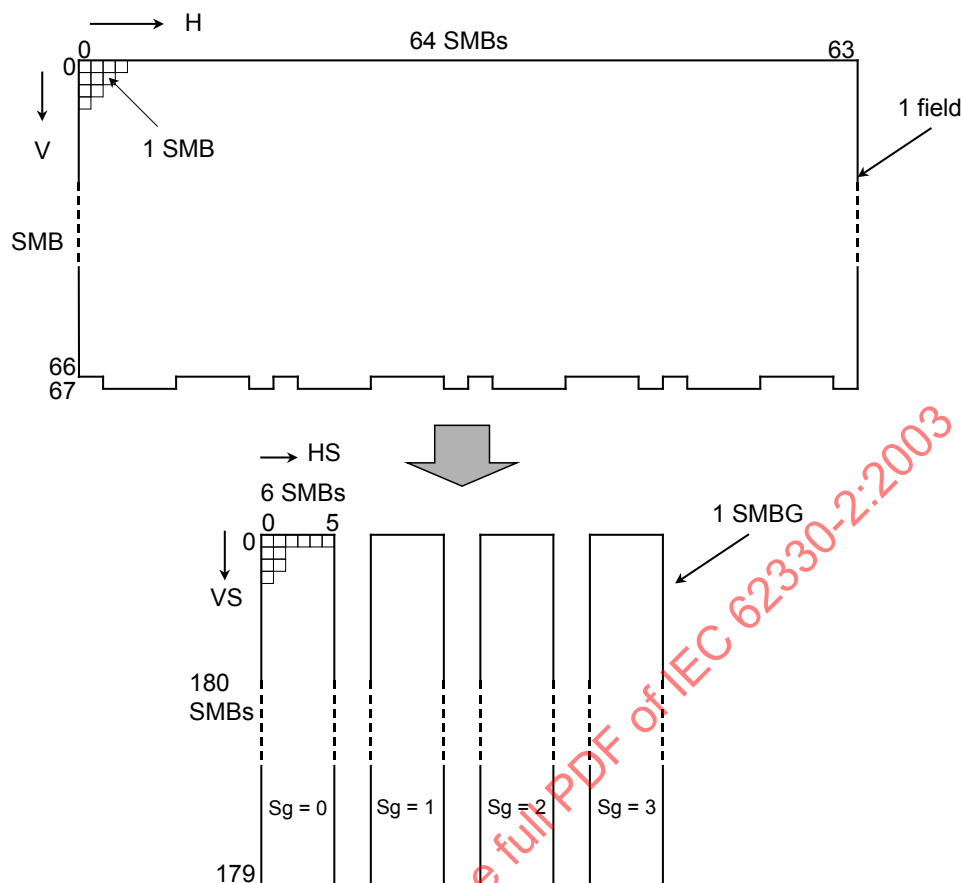
$$\text{où } v = \text{int}(((VS \bmod 8) \times 6 + HS)/16)$$

$$h = \text{int}((((VS \bmod 8) \times 6 + HS) \bmod 16)/2)$$

xnor: non-ou exclusif

Valeur de $f(h, v)$

$v \quad H$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1	2	0	19	20	21	15	14
1	15	10	9	11	30	29	28	24
2	24	25	5	7	6	20	19	18



Légende

Anglais	Français
1 field	1 trame

Figure 11 – Distribution des SMBG (Groupes de Super-macro blocs, en anglais, «Super macro block groups») dans le système 1 080i

4.4.2 Système 720p

4 320 SMB (Super-macro blocs) dans une image sont divisés en quatre SMBG (Groupes de Super-macro blocs, en anglais, «Super macro block groups»), comme représenté à la Figure 12.

Soit H le numéro de la position horizontale d'un SMB dans l'image vidéo

$$H = 0, 1, 2, \dots, 47.$$

Soit V le numéro de la position verticale d'un SMB dans l'image vidéo

$$V = 0, 1, 2, \dots, 89.$$

Soit HS le numéro de la position de colonne d'un SMB dans un SMBG

$$HS = 0, 1, 2, \dots, 5.$$

Soit VS le numéro de la position de rangée d'un SMB dans un SMBG

$$VS = 0, 1, 2, \dots, 179.$$

Soit Sg le numéro du SMBG dans une image

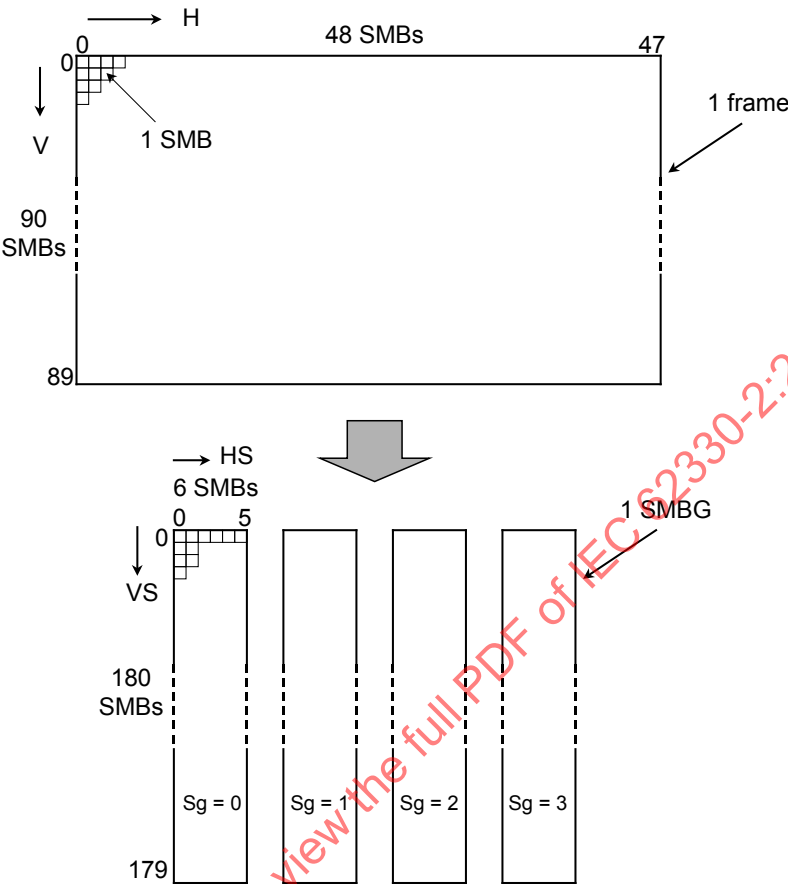
$$Sg = 0, 1, 2, 3.$$

La méthode de distribution est décrite ci-dessous:

$$V = \text{int}(VS/2)$$

$$H = (VS \bmod 2) \times 24 + ((Sg + f(\text{int}(VS/2)) \bmod 4)) \bmod 4 \times 6 + ((HS - \text{int}(VS/2)) \bmod 6)$$

où $f(0) = 0, f(1) = 1, f(2) = 3, f(3) = 2$



Légende

Anglais	Français
1 frame	1 image

Figure 12 – Distribution des SMBG (Groupes de Super-macroblots, en anglais, «Super macro block groups») dans le système 720p

4.5 DCT (Transformée en cosinus discret, en anglais, «Discrete cosine transform»)

L'excursion maximale de toute valeur de pixel est modifiée de manière à se trouver comprise entre -511 et +511 en soustrayant 512 de la valeur échantillonnée d'origine. 8×4 pixels $P(r, s)$ de chaque bloc de DCT Y et 8×8 pixels $P(r, s)$ de chaque bloc de DCT C_B/C_R sont transformés respectivement en 8×4 coefficients de DCT Y et 8×8 coefficients de DCT C.

Soit t le numéro de la fréquence horizontale dans un bloc de coefficients de DT Y/C, comme représenté à la Figure 13.

$t = 0, 1, 2, \dots, 7.$

Soit u le numéro de la fréquence verticale dans un bloc de coefficients de DCT Y/C

Pour le bloc de coefficients de DCT Y, $u = 0, 1, 2, 3$

Pour le bloc de coefficients de DCT C, $u = 0, 1, 2, \dots, 7$

Soit $C(t, u)$ la valeur du coefficient de DCT à la fréquence (t, u) .

Le coefficient de $t = 0$ et $u = 0$ est appelé coefficient de courant continu. Les autres coefficients sont appelés coefficients de courant alternatif.

4.5.1 DCT (Transformée en cosinus discret, en anglais, «Discrete cosine transform»)/IDCT (Transformée en cosinus discret inverse, en anglais, «Inverse discrete cosine transform») pour Y

Les DCT/IDCT pour le signal Y sont définies comme indiqué ci-dessous:

DCT:

$$C(t, u) = \sqrt{2} \times C1(t) \times C2(u) \sum_{s=0}^3 \sum_{r=0}^7 (P(r, s) \times \cos(\pi u(2s + 1)/8) \times \cos(\pi t(2r + 1)/6))$$

IDCT:

$$P(r, s) = (1/\sqrt{2}) \sum_{u=0}^3 \sum_{t=0}^7 (C1(t) \times C2(u) \times C(t, u) \times \cos(\pi u(2s + 1)/8) \times \cos(\pi t(2r + 1)/16))$$

$$\begin{aligned} \text{où } C1(t) &= 1/2\sqrt{2} && \text{pour } t = 0 \\ C1(t) &= 1/2 && \text{pour } t = 1 \text{ à } 7 \\ C2(u) &= 1/2 && \text{pour } u = 0 \\ C2(u) &= 1/\sqrt{2} && \text{pour } u = 1 \text{ à } 3 \end{aligned}$$

La structure du bloc de coefficients de DCT Y est représentée à la Figure 13 a). Les coefficients de DCT $C(t, u)$ du bloc de coefficients de DCT Y sont divisés en 6 groupes de coefficients de DCT (CG).

Soit CGNS le numéro de CG (Groupe de coefficients, en anglais, «Coefficient group»), comme représenté à la Figure 13 a)

$$CGNS = 0, 1, 2, 3, 4, 5.$$

4.5.2 DCT (Transformée en cosinus discret, en anglais, «Discrete cosine transform»)/IDCT (Transformée en cosinus discret inverse, en anglais, «Inverse discrete cosine transform») pour C

Les DCT/IDCT pour le signal (C_B/C_R) sont définies comme indiqué ci-dessous:

DCT:

$$C(t, u) = C3(t) \times C4(u) \sum_{s=0}^7 \sum_{r=0}^7 (P(r, s) \times \cos(\pi u(2s + 1)/16) \times \cos(\pi t(2r + 1)/16))$$

IDCT:

$$P(r, s) = \sum_{u=0}^7 \sum_{t=0}^7 (C3(t) \times C4(u) \times C(t, u) \times \cos(\pi u(2s + 1)/16) \times \cos(\pi t(2r + 1)/16))$$

$$\begin{aligned} \text{où } C3(t) &= 1/2\sqrt{2} && \text{pour } t = 0 \\ C3(t) &= 1/2 && \text{pour } t = 1 \text{ to } 7 \\ C4(u) &= 1/2\sqrt{2} && \text{pour } u = 0 \\ C4(u) &= 1/2 && \text{pour } u = 1 \text{ à } 7 \end{aligned}$$

La structure du bloc de coefficients de DCT C est représentée à la Figure 13 b). Les coefficients de DCT $C(t, u)$ du bloc de coefficients de DCT C sont divisés en 6 groupes de coefficients de DCT (CG).

Soit CGNS le numéro de CG (Groupe de coefficients, en anglais, «Coefficient group»), comme représenté à la Figure 13 b)

CGNS = 0, 1, 2, 3, 4, 5.

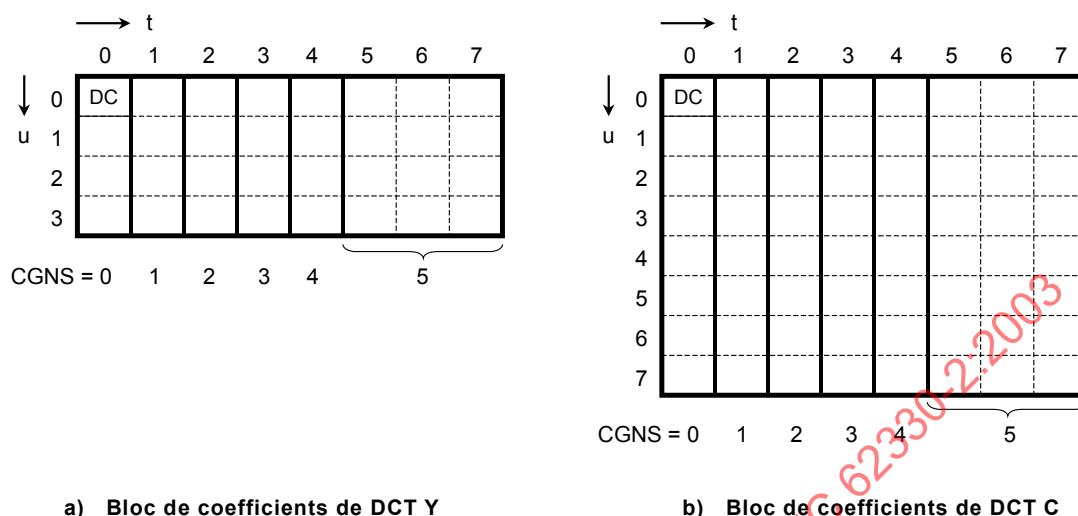


Figure 13 – Structure du bloc de coefficients de DCT (Transformée en cosinus discret, en anglais, «Discrete cosine transform»)

4.6 Catégorisation et pondération

Chaque MB (Macrobloc) est rangé dans l'une des catégories et une pondération est effectuée en multipliant tous les coefficients de courant alternatif du MB sujet par une fonction de pondération $W(t, u)$ sélectionnée selon la catégorie. Les coefficients de courant continu ne sont pas pondérés.

Il y a quatre catégories (CY0, CY1, CY2, CY3) pour le bloc de DCT Y et trois catégories (CC0, CC1, CC2) pour le bloc de DCT C_B/C_R . Chaque catégorie possède sa propre fonction de pondération. Les fonctions de pondération sont utilisées de manière sélective pour optimiser le processus de compression de données par catégorisation.

4.6.1 Catégorisation

La catégorisation des MB (Macroblobs) est identifiée par les indicateurs de catégorie FMB, FYa, FYb, FYc, FYd, FCB et FCR. FYa, FYb, FYc, et FYd correspondent respectivement aux blocs de DCT Y Ya, Yb, Yc, Yd de la Figure 6. Si la valeur du coefficient de courant continu quantifié (–255, ..., 0, ..., 255, décimal) du bloc de DCT C_B est inférieure à 24, le FCB est alors mis à 0, sinon le FCB est mis à 1. Si la valeur du coefficient de courant continu quantifié (–255, ..., 0, ..., 255) du bloc de DCT C_R est inférieure à 44, le FCR est alors mis à 0, sinon le FCR est mis à 1.

Les catégories CY0, CY1, CY2, et CY3 pour le signal Y et les catégories CC0, CC1 et CC2 pour le signal C sont exprimées par les indicateurs représentés dans les Tableaux 2 à 4.

Tableau 2 – Catégorisation du signal Y

Indicateur				Catégorie
FMB	FYa, FYb, FYc, FYd	FCB	FCR	
1	-	-	-	CY0
0	1	-	-	CY1
0	0	1	-	CY2
0	0	-	1	CY2
0	0	0	0	CY3

où -: arbitraire

Tableau 3 – Catégorisation du signal C_B

Indicateur		Catégorie
FMB	FCB	
1	-	CC0
0	1	CC1
0	0	CC2

où -: arbitraire

Tableau 4 – Catégorisation du signal C_R

Indicateur		Catégorie
FMB	FCR	
1	-	CC0
0	1	CC1
0	0	CC2

où -: arbitraire

4.6.2 Pondération

Une fonction de pondération $W(t, u)$ est définie ci-dessous pour chaque catégorie:

4.6.2.1 Pour le signal Y**Catégorie CY0**

$$W(t, u) = \text{Tableau CY0}(t, u) \times \cos(0,045\pi t) \times \cos(0,060\pi u) / \sqrt{2}$$

Tableau 5 – Tableau de CY0(t, u)

t \ u	0	1	2	3	4	5	6	7
0	-	0,25	0,25	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
1	0,25	0,25	0,25	0,125	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5
2	0,25	0,25	0,125	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5	0,062 5
3	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5	0,062 5

où -: N.A.

Catégorie CY1

$$W(t, u) = \text{Tableau CY1}(t, u) \times \cos(0,045\pi t) \times \cos(0,0585\pi u)/\sqrt{2}$$

Tableau 6 – Tableau de CY1(t, u)

$\begin{matrix} t \\ u \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	-	0,5	0,5	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
1	0,5	0,5	0,5	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
2	0,5	0,5	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
3	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$

où -: N.A.

Catégorie CY2

$$W(t, u) = \text{Tableau CY2}(t, u) \times \cos(0,045\pi t) \times \cos(0,0585\pi u)/\sqrt{2}$$

Tableau 7 – Tableau de CY2(t, u)

$\begin{matrix} t \\ u \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	-	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

où -: N.A.

Catégorie CY3

$$W(t, u) = \text{Tableau CY3}(t, u) \times \cos(0,045\pi t) \times \cos(0,0585\pi u)/\sqrt{2}$$

Tableau 8 – Tableau de CY3(t, u)

$\begin{matrix} t \\ u \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

où -: N.A.

4.6.2.2 Pour le signal C_B/C_R

Catégorie CC0

$$W(t, u) = \text{Tableau CC0}(t, u) \times \cos(0,065\pi t) \times \cos(0,065\pi u)$$

Tableau 9 – Tableau de CC0(t, u)

$\begin{matrix} t \\ u \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	-	0,25	0,25	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
1	0,25	0,25	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,062 5
2	0,25	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5
3	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5	0,062 5
4	0,125	0,125	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5
5	0,125	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5
6	0,125	0,125	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5
7	0,125	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5	0,062 5

où -: N.A.

Catégorie CC1

$$W(t, u) = \text{Tableau CC1}(t, u) \times \cos(0,065\pi t) \times \cos(0,065\pi u)$$

Tableau 10 – Tableau de CC1(t, u)

$\begin{matrix} t \\ u \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	-	1	1	1	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
1	1	1	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
2	1	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
3	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
4	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
5	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
6	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$
7	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$

où -: N.A.

– Catégorie CC2

$$W(t, u) = \text{Tableau CC2}(t, u) \times \cos(0,065\pi t) \times \cos(0,065\pi u)$$

Tableau 11 – Tableau de CC2(t, u)

$\begin{matrix} t \\ u \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5	6	7
0	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

où -: N.A.

4.7 Brassage des CG (Groupes de coefficients, en anglais, «Coefficient groups»)

Pour améliorer la robustesse des données vis-à-vis des erreurs, les CG (Groupes de coefficients, en anglais, «Coefficient groups») de DCT pondérés sont brassés à l'intérieur des mêmes CGNS (Numéro de CG d'un coefficient de DCT) des 6 SMB (Super-macroblochs) aux 12 RMB (Macroblochs réagencés, en anglais, «Rearranged macro blocks») comme représenté sur les Figures 14 et 15. Chaque RMB comprend 4 blocs de coefficients de DCT Y brassés, un bloc de coefficients de DCT C_B brassés et un bloc de coefficients de DCT C_R brassés.

Soit Ycoef (HS, VS, YS, CGNS) le CG de DCT auquel il est fait référence par CGNS, YS, VS et HS.

Soit HR le numéro de la position de colonne d'un RMB

HR = 0, 1, 2, ..., 11.

Soit VR le numéro de position de la rangée d'un RMB

VR = 0, 1, 2, ..., 179.

Soit YR le numéro du bloc de coefficients de DCT Y dans un RMB

YR = 0, 1, 2, 3.

Soit CGNR le numéro de CG de DCT d'un bloc de coefficients de DCT Y ou d'un bloc de coefficients de DCT C_B/C_R dans un RMB

CGNR = 0, 1, 2, ..., 5.

Soit YRcoef(HR, VR, YR, CGNR) le CG de DCT auquel il est fait référence par CGNR, YR, VR, et HR.

La méthode de brassage des CG de DCT Y est décrite par les équations suivantes.

Pour HR = 0 à 5

$$\text{YRcoef}(\text{HR}, \text{VR}, \text{YR}, \text{CGNR}) = \text{Ycoef}((\text{CGNR} - \text{HR} - \text{int}(\text{VR}/32)) \bmod 6, \text{VR}, \\ \text{YR} + 4 \times \text{int}(((\text{CGNR} - \text{HR}) \bmod 6)/3), \text{CGNR})$$

Pour HR = 6 à 11

$$\text{YRcoef}(\text{HR}, \text{VR}, \text{YR}, \text{CGNR}) = \text{Ycoef}((1 - (\text{CGNR} + \text{HR} + \text{int}(\text{VR}/32))) \bmod 6, \text{VR}, \\ \text{YR} + 4 \times \text{int}(((4 - (\text{CGNR} + \text{HR})) \bmod 6)/3), \text{CGNR})$$

Soit Ccoef(HS, VS, CS, CGNS) le CG de DCT auquel il est fait référence par CGNS, CS, VS et HS.

Soit CRcoef(HR, VR, CGNR) le CG de DCT auquel il est fait référence par CGNR, VR, et HR.

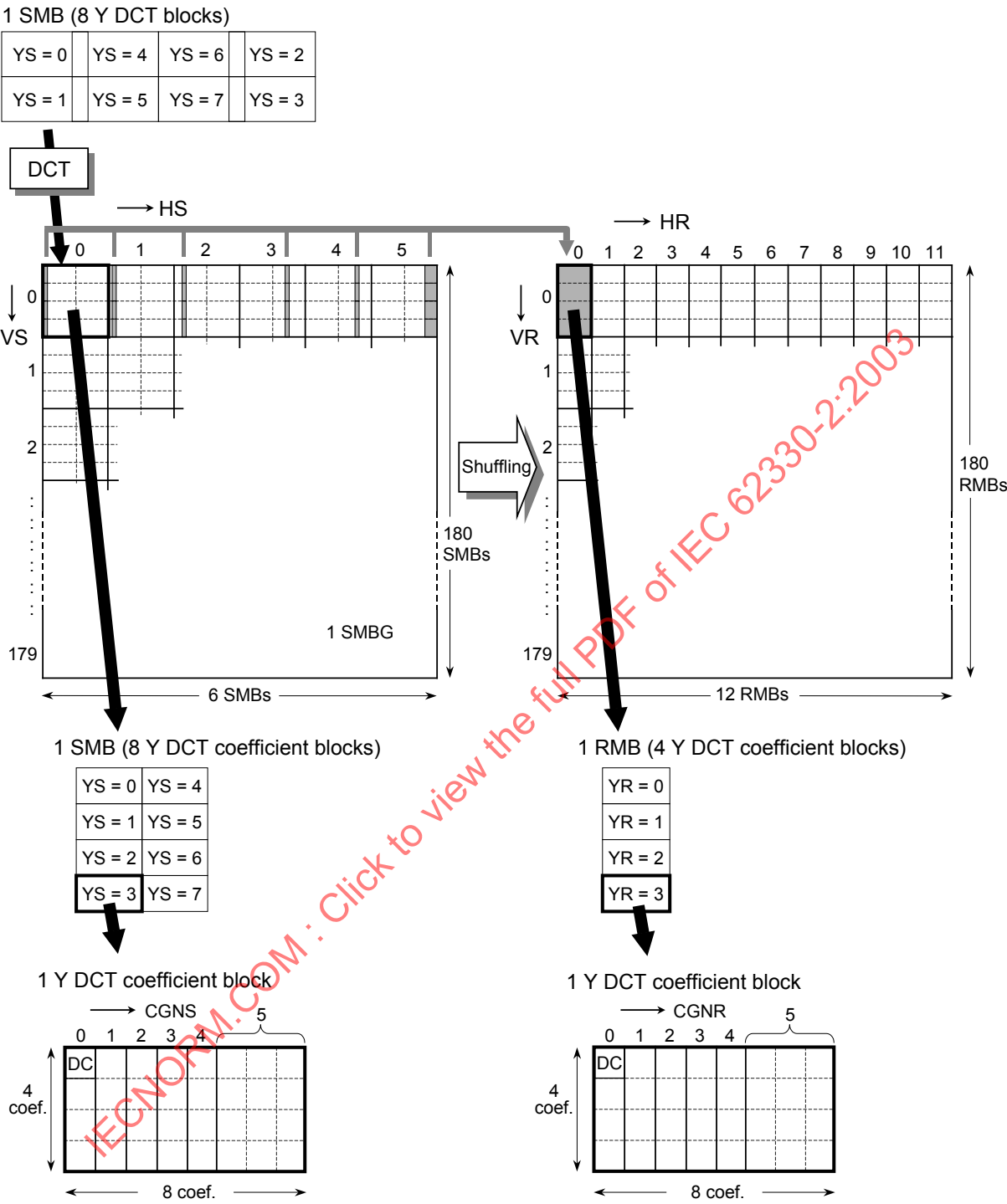
La méthode de brassage des CG de DCT C_B/C_R est décrite par les équations suivantes.

Pour HR = 0 à 5

$$\text{CRcoef}(\text{HR}, \text{VR}, \text{CGNR}) = \text{Ccoef}((\text{CGNR} - \text{HR} - \text{int}(\text{VR}/32)) \bmod 6, \text{VR}, \\ \text{int}(((\text{CGNR} - \text{HR}) \bmod 6)/3), \text{CGNR})$$

Pour HR = 6 à 11

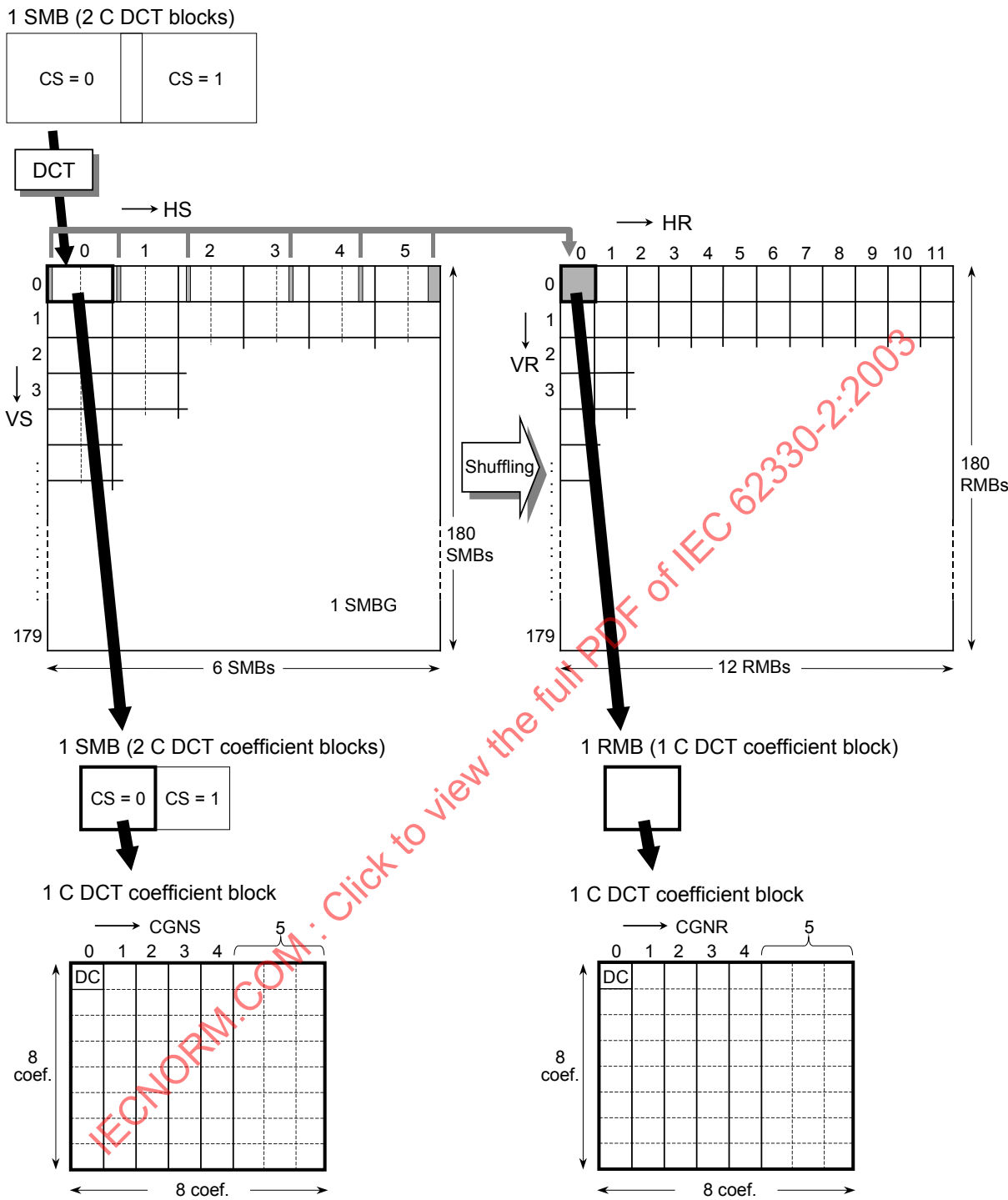
$$\text{CRcoef}(\text{HR}, \text{VR}, \text{CGNR}) = \text{Ccoef}((1 - (\text{CGNR} + \text{HR} + \text{int}(\text{VR}/32))) \bmod 6, \text{VR}, \\ \text{int}((4 - (\text{CGNR} + \text{HR})) \bmod 6)/3), \text{CGNR})$$



Légende

Anglais	Français
1 SMB (8 Y DCT blocks)	1 SMB (8 blocs de DCT Y)
Shuffling	Brassage
1 SMB (8 Y DCT coefficient blocks)	1 SMB (8 blocs de coefficients de DCT Y)
1 RMB (4 Y DCT coefficient blocks)	1 RMB (4 blocs de coefficients de DCT Y)
1 Y DCT coefficient block	1 bloc de coefficients de DCT Y
1 Y DCT coefficient block	1 bloc de coefficients de DCT Y

Figure 14 – Brassage des CG (Groupes de coefficients, en anglais, «Coefficient groups») pour Y



Légende

Anglais	Français
1 SMB (2 C DCT blocks)	1 SMB (2 blocs de DCT C)
Shuffling	Brassage
1 SMB (2 C DCT coefficient blocks)	1 SMB (2 blocs de coefficients de DCT C)
1 RMB (1 C DCT coefficient block)	1 RMB (1 bloc de coefficients de DCT C)
1 C DCT coefficient block	1 bloc de coefficients de DCT C
1 C DCT coefficient block	1 bloc de coefficients de DCT C

Figure 15 – Brassage des CG (Groupes de coefficients, en anglais, «Coefficient groups») pour C

4.8 Brassage des RMB (Macroblocs réagencés, en anglais, «Rearranged macro blocks»)

Pour améliorer la robustesse des données vis-à-vis des erreurs, les RMB (Macroblocs réagencés, en anglais, «Rearranged macro blocks») sont brassés à l'intérieur de la colonne de 180 RMB comme représenté sur la Figure 16.

Soit Z le numéro de la position de rangée d'un RMB après brassage des RMB.

$Z = 0, 1, 2, \dots, 179$.

La méthode de brassage des RMB est décrite par l'équation suivante:

$$Z = (17 \times (VR - \text{Offset}(HR))) \bmod 180$$

où valeur de $\text{Offset}(HR)$

HR	Offset(HR)
0	0
1	165
2	150
3	135
4	120
5	105
6	90
7	75
8	60
9	45
10	30
11	15

Les RMB correspondant à un SMBG (Groupe de Super-macroblocs, en anglais, «Super macro block group») sont ensuite divisés en 4 groupes de RMB (RMBG). Il y a 540 RMB dans chaque RMBG.

Soit R_g le numéro d'un RMBG dans les RMB, comme représenté à la Figure 16

$R_g = 0, 1, 2, 3$.

Soit R_n le numéro d'ordre de codage d'un RMB dans chaque RMBG

$R_n = 0, 1, 2, \dots, 539$.

La méthode de division est décrite par l'équation suivante:

$$R_g = HR \bmod 4$$

$$R_n = Z + 180 \times \text{int}(HR/4)$$

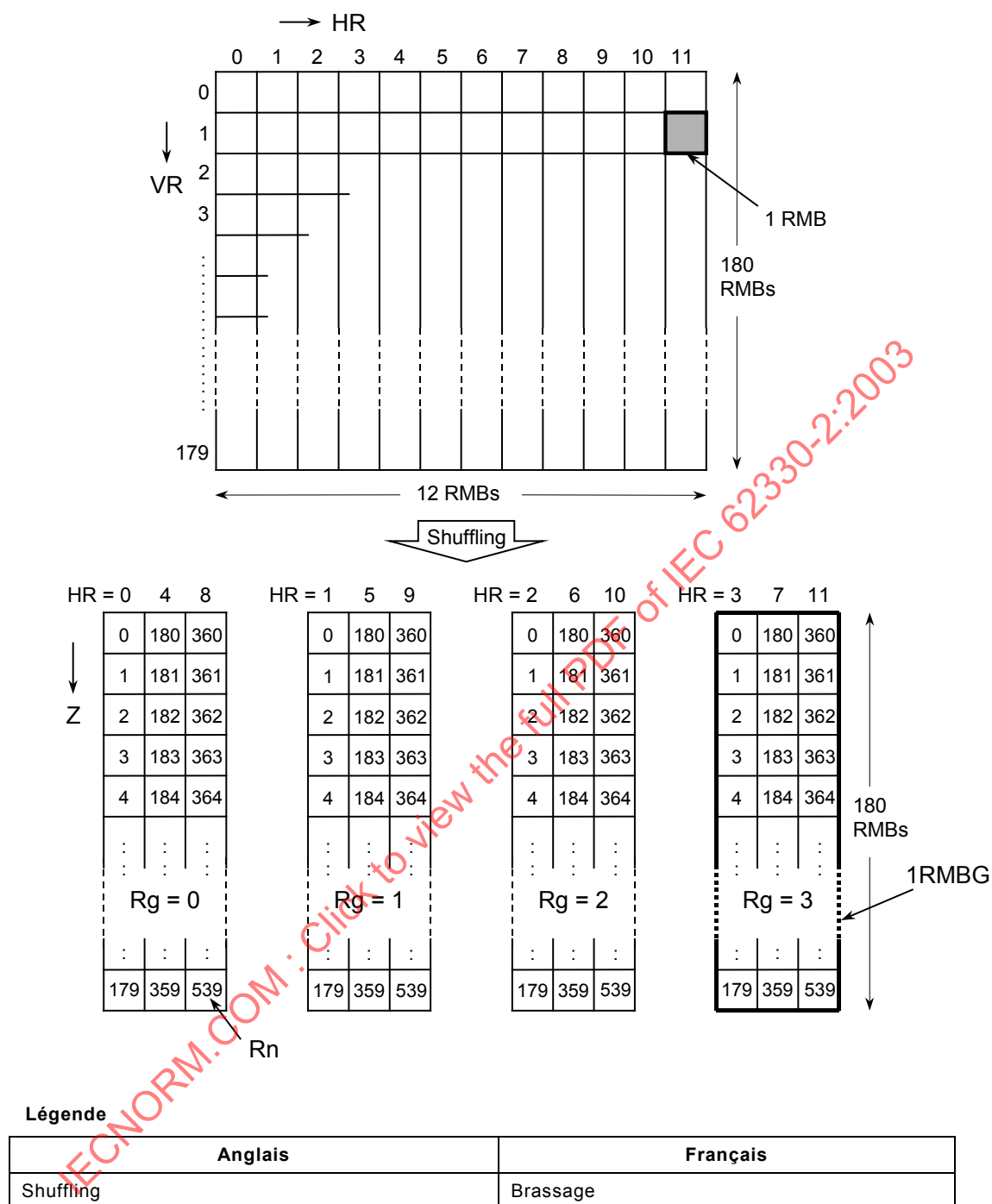


Figure 16 – Brassage des RMB (Macroblochs réagencés, en anglais, «Rearranged macro blocks»)

4.9 Quantification

Les valeurs de l'échelon de quantification du coefficient de courant alternatif (Qstep) sont associées au numéro de quantification (Qno) par la relation indiquée ci-dessous:

$$Qstep = 2 (Qno \times 6/127 + 1)$$

où $Qno = 0, 1, 2, \dots, 127$

Les coefficients de courant alternatif pondérés sont divisés par l'échelon Q de manière à être arrondis à une valeur signée de 12 bits. L'échelon Q pour le coefficient de courant continu est toujours égal à 16. Le coefficient de courant continu est arrondi à une valeur entière signée de 9 bits par quantification.

4.10 Contrôle de fréquence

La quantité de données compressées d'un RMBG (Groupe de macroblochs réagencés, en anglais, «Rearranged macro block group») doit être contrôlée à 30 240 octets ou moins. Quo est sélectionné tous les trois RMB (Macroblocs réagencés, en anglais, «Rearranged macro blocks») successifs, qui sont définis en 4.12.1.

4.11 VLC (Codage de longueur variable, en anglais, «Variable length coding»)

Le codage de longueur variable (VLC) est une opération permettant de transformer des coefficients de courant alternatif quantifiés dans un bloc de coefficients de DCT (Transformée en cosinus discret, en anglais, «Discrete cosine transform») en codes de longueur variable en utilisant un codage bidimensionnel de Huffman. Un ou plusieurs coefficients successifs de courant alternatif dans un bloc de coefficients de DCT sont codés avec une longueur variable. Le processus de codage de longueur variable s'effectue comme suit:

- 1) Les coefficients de courant alternatif dans un bloc de coefficients de DCT sont agencés dans l'ordre des numéros de coefficients de courant alternatif i ($i = 1$ à $31(Y)$, $63(C_B/C_R)$) comme représenté à la Figure 17.
- 2) Chaque coefficient de courant alternatif non nul des coefficients de courant alternatif agencés est représenté par la combinaison de «size» et de «level-codeword», comme représenté dans le Tableau 12. Le j -ème coefficient de courant alternatif non nul est exprimé comme suit:

(Size(j), Level-codeword(j)) où $j = 1, 2, \dots$

- 3) Zero-run(j) donne le nombre de coefficients de courant alternatif successifs quantifiés à zéro entre le ($j-1$)-ème coefficient de courant alternatif non nul et le j -ème coefficient de courant alternatif non nul.

La valeur composite de «Zero-run(j)/Size(j)» fait l'objet d'un codage de Huffman pour devenir run_size-codeword(j) selon le Tableau 13.

- 4) Chaque run_size-codeword(j) est suivi de Level-codeword(j) pour constituer un mode de code de VLC.

Puisque le nombre de coefficients nuls successifs peut dépasser 15, le mot de code de ZRL (111111101100, représenté dans le Tableau 13) est défini de manière à représenter 15 coefficients nuls successifs suivis d'un coefficient d'amplitude nulle (zero-run/size = 15/0).

Le mot de code d'EOB (Fin de bloc, en anglais, «End of block») (1010, représenté dans le Tableau 13) est utilisée pour signaler que tous les coefficients de courant alternatif restants dans un bloc de coefficients de DCT sont à zéro. Si les coefficients de courant alternatif numérotés $31(Y)$, $63(C_B/C_R)$ dans un bloc de coefficients de DCT ne sont pas à zéro, le mot de code d'EOB est ignoré.

Le mot de code d'EOM (Fin de 3 RMB (Macroblocs réagencés, en anglais, «Rearranged macro blocks»)) (1111111111111111, représenté dans le Tableau 13) est utilisé pour terminer le codage de VLC de 3 RMB de manière obligatoire.

→ Horizontal frequency number

Vertical frequency number ↓

[DC]	4	8	12	16	20	24	28
1	5	9	13	17	21	25	29
2	6	10	14	18	22	26	30
3	7	11	15	19	23	27	31

a) Bloc de coefficients de DCT Y

→ Horizontal frequency number

Vertical frequency number ↓

[DC]	8	16	24	32	40	48	56
1	9	17	25	33	41	49	57
2	10	18	26	34	42	50	58
3	11	19	27	35	43	51	59
4	12	20	28	36	44	52	60
5	13	21	29	37	45	53	61
6	14	22	30	38	46	54	62
7	15	23	31	39	47	55	63

b) Bloc de coefficients de DCT C

Légende

Anglais	Français
Horizontal frequency number	Numéro de fréquence horizontale
Vertical frequency number	Numéro de fréquence verticale
Horizontal frequency number	Numéro de fréquence horizontale
Vertical frequency number	Numéro de fréquence verticale

Figure 17 – Ordre du codage de VLC (Codage de longueur variable, en anglais, «Variable length coding»)

Tableau 12 – Mots de code pour codage de longueur variable (1)

Coefficient (12 bits signés)	Size	Level-codeword (0 bit – 11 bits)
0	0	–
–1, 1	1	0, 1
–3, –2, 2, 3	2	00, 01, 10, 11
–7, ..., –4, 4, ..., 7	3	000, ..., 011, 100, ..., 111
–15, ..., –8, 8, ..., 15	4	0000, ..., 0111, 1000, ..., 1111
–31, ..., –16, 16, ..., 31	5	00000, ..., 01111, 10000, ..., 11111
–63, ..., –32, 32, ..., 63	6	000000, ..., 011111, 100000, ..., 111111
–127, ..., –64, 64, ..., 127	7	0000000, ..., 0111111, 1000000, ..., 1111111
–255, ..., –128, 128, ..., 255	8	00000000, ..., 01111111, 10000000, ..., 11111111
–511, ..., –256, 256, ..., 511	9	000000000, ..., 011111111, 100000000, ..., 111111111
–1023, ..., –512, 512, ..., 1023	10	0000000000, ..., 0111111111, 1000000000, ..., 1111111111
–2047, ..., –1024, 1024, ..., 2047	11	00000000000, ..., 01111111111, 10000000000, ..., 11111111111