



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**T.42**

(10/96)

SERIE T: TERMINALES PARA SERVICIOS DE  
TELEMÁTICA

---

**Método de representación de los colores  
en tonos continuos para facsímil**

Recomendación UIT-T T.42

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

**RECOMENDACIONES DE LA SERIE T DEL UIT-T  
TERMINALES PARA SERVICIOS DE TELEMÁTICA**

*Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.*

## PREFACIO

El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT (Helsinki, 1 al 12 de marzo de 1993).

La Recomendación UIT-T T.42 ha sido revisada por la Comisión de Estudio 8 (1993-1996) del UIT-T y fue aprobada por la CMNT (Ginebra, 9-18 de octubre de 1996).

---

### NOTA

En esta Recomendación, la expresión «Administración» se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

© UIT 1997

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

	<i>Página</i>
1 Alcance.....	1
2 Campo de aplicación .....	1
3 Referencias.....	1
4 Definiciones .....	1
5 Convenios.....	1
6 Modelo de representación de los colores .....	2
6.1 Visión de conjunto.....	2
6.2 Recomendación relativa a la representación de los colores .....	2
6.2.1 Espacio CIE 1976 L*a*b* (CIELAB) .....	2
6.2.1.1 Especificación del espacio cromático .....	2
6.2.1.2 Datos relativos al blanco de referencia y al iluminante .....	2
6.2.1.3 Extensión de la gama de colores .....	2
7 Información relativa a la reproducción en color .....	3
Apéndice I – Método de cálculo colorimétrico a partir de mediciones espectrales.....	4
Apéndice II – Cálculo de los valores de CIELAB a partir de los valores de CIE XYZ.....	6
Referencia.....	6

## SUMARIO

La presente Recomendación define un método de representación de los datos de colores para hacer posible el intercambio de datos de imágenes en color de tonos continuos en los servicios de comunicación facsímil, tales como el facsímil del grupo 4 y el facsímil del grupo 3. Como espacio cromático básico se ha seleccionado el espacio CIELAB. Como iluminante y blanco de referencia básicos, respectivamente, se han seleccionado el iluminante D50 de CIE y su blanco de referencia reflectante perfectamente difuso ( $X_0 = 96,422$ ,  $Y_0 = 100,000$ ,  $Z_0 = 82,521$ ). La gama de colores por defecto elegida es  $L^* = [0, 100]$ ,  $a^* = [-85, 85]$ ,  $b^* = [-75, 125]$ . La expresión exacta se hace en términos de desplazamiento y escala.

Las principales diferencias con respecto a la versión anterior son las siguientes:

- 1) extensión arbitraria de componentes de N bits;
- 2) extensión de la información de reproducción en color.



## MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE LOS COLORES EN TONOS CONTINUOS PARA FACSIMIL

(revisada en 1996)

### 1 Alcance

**1.1** La presente Recomendación define un método de representación de los datos de colores en tonos continuos para hacer posible el intercambio de datos de imágenes en color de tonos continuos por un servicio de comunicación facsímil, tal como el facsímil del grupo 4 o del grupo 3.

Su finalidad es especificar un espacio cromático, un blanco de referencia, un tipo de iluminante, una extensión de gama de colores y la información relativa a la reproducción en color para el intercambio de datos de colores.

**1.2** Esta Recomendación, junto con partes de Recomendaciones tales como la T.4 y la T.30, o las T.563, T.503 y T.521, definirá un formato de datos de la señal de imagen en color que puede ser utilizado por el servicio facsímil en color y por otros servicios telemáticos.

### 2 Campo de aplicación

**2.1** Esta Recomendación define un método de representación de los datos de colores que permite a un receptor reproducir datos de imágenes en color, según lo especificado por el emisor. Los valores básicos corresponden a los datos de imágenes en color en copia impresa.

**2.2** Se supone que se efectúa un servicio utilizando esta Recomendación, todas las características no básicas están sujetas a negociación.

### 3 Referencias

Las siguientes referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de esta Recomendación. Al efectuarse esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las referencias están sujetas a revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las referencias enumeradas a continuación.

- CIE Publicación N.º 15.2:1986, *Colorimetry*, 2.<sup>a</sup> edición.
- ISO 5-1~4 (1983-1985), *Photography – Mediciones de densidad*.
- ISO 13655:1996, *Graphic technology – Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images*.

### 4 Definiciones

Las definiciones de la Recomendación T.411 son aplicables a esta Recomendación.

Las definiciones de CIE Publicación N.º 15.2 son aplicables a esta Recomendación.

A efectos de la presente Recomendación, es aplicable la siguiente definición.

**CIELAB:** Espacio cromático CIE  $L^*a^*b^*$ .

### 5 Convenios

Los convenios de CIE Publicación N.º 15.2 son aplicables a esta Recomendación.

Los convenios de ISO 13655 son aplicables a esta Recomendación.

## 6 Modelo de representación de los colores

### 6.1 Visión de conjunto

Para representar de manera precisa y exclusiva los datos de colores en tonos continuos se necesita un espacio en color de intercambio independiente del dispositivo. Este espacio de imágenes en color debe codificar la gama de datos de imágenes en copia impresa cuando se vean en las condiciones de observación especificadas.

Lo que sigue es un ejemplo para la utilización de este modelo. Un emisor explora una imagen en color original utilizando un espacio en color dependiente del dispositivo específico, que puede depender del iluminante y/o de los filtros de un determinado sistema explorador. El emisor convierte los datos de colores dependientes del dispositivo a la representación de colores de intercambio. A continuación codifica los datos utilizando un algoritmo de codificación, tal como el de la Recomendación T.81 (JPEG) (*Joint Photographic Experts Group*, Grupo Mixto de Expertos sobre Fotografía). El destinatario recibe los datos codificados que son decodificados y convertidos al espacio cromático dependiente del dispositivo.

Para definir la representación de los colores es necesario especificar el blanco de referencia, el iluminante y la extensión de la gama de colores utilizados en la representación de datos de intercambio.

Podría opcionalmente especificarse cierta información adicional para una mejor y/o más conveniente reproducción en color.

### 6.2 Recomendación relativa a la representación de los colores

#### 6.2.1 Espacio CIE 1976 L\*a\*b\* (CIELAB)

##### 6.2.1.1 Especificación del espacio cromático

En esta Recomendación, el espacio CIELAB es el valor básico. En el futuro podrán añadirse otros espacios en color, a efectos de interfuncionamiento.

La conversión de los datos de medición espectral a CIE XYZ se define en ISO 13655.

La conversión del espacio cromático CIE XYZ a CIELAB se define en CIE Publicación N.º 15.2. (Véase el Apéndice II.)

Los datos relativos al blanco de referencia y al iluminante así como la extensión de la gama de colores se especifican en 6.2.1.2 y 6.2.1.3.

##### 6.2.1.2 Datos relativos al blanco de referencia y al iluminante

Los valores básicos son el iluminante D50 de CIE y su blanco de referencia reflectante perfectamente difuso ( $X_0 = 96,422$ ,  $Y_0 = 100,000$ ,  $Z_0 = 82,521$ ). Otros iluminantes y/o blancos de referencia son opcionales y deben ser objeto de negociación antes de utilizarlos. Los valores opcionales quedan en estudio.

##### 6.2.1.3 Extensión de la gama de colores

La extensión de la gama de colores básica se elige de modo que abarque la unión de gamas de colores de los dispositivos de copia impresa disponibles, observados con el iluminante D50. La extensión de la gama es como sigue, y su definición exacta se indica más adelante:

$$\begin{aligned}L^* &= [0, 100] \\a^* &= [-85, 85] \\b^* &= [-75, 125]\end{aligned}$$

La extensión de la gama de colores se expresa como un desplazamiento (OFFSET) en el espacio de comunicación y una gama (RANGE), con excepción de los valores mínimo y máximo, definidos de manera explícita en las definiciones anteriores.

Los cálculos a partir de valores reales L\*a\*b\* a valores enteros de  $n_L n_a n_b$  bits, que se expresan por  $N_L N_a N_b$ , se efectúan como sigue:

$$\begin{aligned}N_L &= [(2^{n_L} - 1)/RANGE_L] \times L^* + OFFSET_L \\N_a &= [(2^{n_a} - 1)/RANGE_a] \times a^* + OFFSET_a \\N_b &= [(2^{n_b} - 1)/RANGE_b] \times b^* + OFFSET_b\end{aligned}$$

La gama, pares OFFSET, para la gama básica  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  en el caso de que  $N_L N_a N_b$  sean enteros de  $n_L n_a n_b$  bits son:

Variable	Gama	Desplazamiento
$L^*$	100,00	0
$a^*$	170,00	$2^{n_a} - 1$
$b^*$	200,00	$2^{n_b} - 2 + 2^{n_b} - 3$

En el caso de valores de 8 bits, el cálculo se hace como sigue para la gama básica:

$$\begin{aligned} N_L &= [255/100] \times L^* \\ N_a &= [255/170] \times a^* + 128 \\ N_b &= [255/200] \times b^* + 96 \end{aligned}$$

En el caso de valores de 12 bits, el cálculo se efectúa como sigue para la gama básica:

$$\begin{aligned} N_L &= [4095/100] \times L^* \\ N_a &= [4095/170] \times a^* + 2048 \\ N_b &= [4095/200] \times b^* + 1536 \end{aligned}$$

Otros valores de extensión de la gama de colores son opcionales y deben negociarse antes de su utilización.

Por ejemplo, la siguiente gama opcional:

$$\begin{aligned} L^* &= [0, 100] \\ a^* &= [-128, 127] \\ b^* &= [-128, 127] \end{aligned}$$

se expresaría utilizando la gama y el desplazamiento en el caso de valores de ocho bits mediante:

$$\begin{aligned} N_L &= [255/100] \times L^* \\ N_a &= [255/255] \times a^* + 128 \\ N_b &= [255/255] \times b^* + 128 \end{aligned}$$

En caso de presentación por visualización, puede utilizarse extensión de la gama de colores, debido a que la extensión de la gama de colores del dispositivo de visualización es diferente de la del dispositivo de copia impresa.

Se señala que no se excluyen los valores de  $L^*$  superiores a 100 pero, por lo general, no son reproducibles, ya que corresponden a colores que pueden ser producidos por fluorescencia o reflexión especular en el caso de copia impresa. En el caso de presentación por visualización, las componentes tricromáticas X, Y, Z de los datos de imagen se escalarán con la condición de que la máxima Y no sea superior a 100. Ordinariamente puede utilizarse para el escalamiento al máximo de un monitor o de una imagen. Los valores de  $L^*$  inferiores a cero no tienen significado físico.

Además, los valores de  $a^*$  fuera de la gama  $[-500, 500]$  y los valores de  $b^*$  fuera de la gama  $[-200, 200]$  no son representables mediante las componentes tricromáticas X, Y, Z y no tienen significado.

## 7 Información relativa a la reproducción en color

Podría opcionalmente proporcionarse información de reproducción en color, además de los valores absolutos (valores de  $L^* a^* b^*$ ) de los datos de imagen en color. Esta información puede utilizarse para una reproducción mejor y/o más conveniente. Esta información se describe en el Cuadro 1. La información de reproducción en color no es una característica básica.

**Cuadro 1/T.42 – Lista de información de reproducción en color**

N.º	Del receptor al emisor	Del emisor al receptor	Tipo de datos
1	Blanco dispositivo (Blanco papel para copia impresa, blanco de presentación para visualización)	Blanco original*	L*a*b*
2	Negro dispositivo (Cian + magenta + amarillo o negro colorante para copia impresa, negro presentación para visualización)	Negro original*	L*a*b*
3	Cian dispositivo (Colorante cian para copia impresa, luminóforo verde + azul para visualización)	Cian original*	L*a*b*
4	Magenta dispositivo (Colorante magenta para copia impresa, luminóforo azul + rojo para visualización)	Magenta original*	L*a*b*
5	Amarillo dispositivo (Colorante amarillo para copia impresa, luminóforo rojo + verde para visualización)	Amarillo original*	L*a*b*
6	Rojo dispositivo (Colorante magenta + amarillo para copia impresa, luminóforo rojo para visualización)	Rojo original*	L*a*b*
7	Verde dispositivo (Colorante amarillo + cian para copia impresa, luminóforo verde para visualización)	Verde original*	L*a*b*
8	Azul dispositivo (Colorante cian + magenta para copia impresa, luminóforo azul para visualización)	Azul original*	L*a*b*

\* Original significa no limitado sólo a la extensión de la gama de entrada, sino que a veces corresponde a la extensión de la gama de los datos de imagen original.

## Apéndice I

### Método de cálculo colorimétrico a partir de mediciones espectrales

Lo que sigue es una breve sinopsis del material presentado en ISO 13655, *Graphic Technology, Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images* (Tecnología gráfica, medición espectral y cálculo colorimétrico para imágenes de artes gráficas).

Los datos deberán medirse desde por lo menos 400 nm a por lo menos 700 nm, inclusive, a intervalos no superiores a 20 nm. La referencia para los datos espectrales deberá basarse en datos calculados a intervalos de 10 nm, siendo la función espectral una función triangular con una anchura de banda de 10 nm en el punto de potencia mitad. Las mediciones se efectuarán con una muestra montada sobre fondo negro, tal como se define en la subcláusula 4.7 de ISO 5, parte 4. La geometría de la medición de reflectancia será 45/0 ó 0/45, según se define en ISO 5, parte 4. La resolución de la medición estará al 0,01% más próximo con respecto a un reflector perfectamente difuso.

Las componentes tricromáticas del blanco de referencia con iluminación D50 serán las siguientes:  $X_n = 96,422$ ,  $Y_n = 100,000$  y  $Z_n = 82,521$ . Las ponderaciones espectrales con iluminante D50 y un segundo observador figuran en el Cuadro I.1. Dichas ponderaciones,  $W_x$ ,  $W_y$  y  $W_z$ , se utilizarán de la siguiente manera para obtener las componentes tricromáticas:

$$X = \sum_{\lambda} (R(\lambda) W_x(\lambda))$$

sumatorio en el que  $\lambda$  varía de 360 a 780 nm. R es el valor de reflectancia en función de la longitud de onda ( $\lambda$ ).

**Cuadro I.1/T.42 – Ponderaciones espectrales (W) con iluminante D50 y segundo observador para el cálculo de las componentes tricromáticas a intervalos de 10 nm**

Longitud de onda (nm)	W(X)	W(Y)	W(Z)
360	00000,000	00000,000	000000,001
370	00000,001	00000,000	000000,005
380	00000,003	00000,000	000000,013
390	00000,012	00000,000	000000,057
400	00000,060	00000,002	000000,285
410	00000,234	00000,006	000001,113
420	00000,775	00000,023	000003,723
430	00001,610	00000,066	000007,862
440	00002,453	00000,162	000012,309
450	00002,777	00000,313	000014,647
460	00002,500	00000,514	000014,346
470	00001,717	00000,798	000011,299
480	00000,861	00001,239	000007,309
490	00000,283	00001,839	000004,128
500	00000,040	00002,948	000002,466
510	00000,088	00004,632	000001,447
520	00000,593	00006,587	000000,736
530	00001,590	00008,308	000000,401
540	00002,799	00009,197	000000,196
550	00004,207	00009,650	000000,085
560	00005,657	00009,471	000000,037
570	00007,132	00008,902	000000,020
580	00008,540	00008,112	000000,015
590	00009,255	00006,829	000000,010
600	00009,835	00005,838	000000,007
610	00009,469	00004,753	000000,004
620	00008,009	00003,573	000000,002
630	00005,926	00002,443	000000,001
640	00004,171	00001,629	000000,000
650	00002,609	00000,984	000000,000
660	00001,541	00000,570	000000,000
670	00000,855	00000,313	000000,000
680	00000,434	00000,158	000000,000
690	00000,194	00000,070	000000,000
700	00000,097	00000,035	000000,000
710	00000,050	00000,018	000000,000
720	00000,022	00000,008	000000,000
730	00000,012	00000,004	000000,000
740	00000,006	00000,002	000000,000
750	00000,002	00000,001	000000,000
760	00000,001	00000,000	000000,000
770	00000,001	00000,000	000000,000
780	00000,000	00000,000	000000,000
Total	X = 96,421	Y = 99,997	Z = 82,524

NOTA – Este cuadro procede de ASTM E308 – 1985. Las sumas se consideran como sumas de control para las ponderaciones espectrales, y no son normativas para las componentes tricromáticas del blanco de referencia.

## Apéndice II

### Cálculo de los valores de CIELAB a partir de los valores de CIE XYZ

El espacio cromático CIE 1976  $L^*a^*b^*$  se calcula a partir de las componentes tricromáticas X, Y, Z, en donde X, Y y Z representan las componentes tricromáticas medidas utilizando el procedimiento del apéndice I.  $X_n$ ,  $Y_n$  y  $Z_n$  son componentes tricromáticas a partir del blanco de referencia.

Utilizando estos valores:

$$\begin{aligned}L^* &= 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16 && \text{para } Y/Y_n > 0,008856 \\L^* &= 903,3 Y/Y_n && \text{para } Y/Y_n \leq 0,008856 \\a^* &= 500 [(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}] \\b^* &= 200 [(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}]\end{aligned}$$

Además, si cualquiera de las relaciones  $X/X_n$ ,  $Y/Y_n$  o  $Z/Z_n$  es igual o inferior a 0,008856, se sustituye en la fórmula anterior por  $7,7867F + 16/116$ , donde F es  $X/X_n$ ,  $Y/Y_n$  o  $Z/Z_n$ , según sea el caso.

### Referencia

- CIE Publication No. 15.2 (1986), *Colorimetry*, 2.<sup>a</sup> edición.

## **SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T**

- Serie A Organización del trabajo del UIT-T
- Serie B Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
- Serie C Estadísticas generales de telecomunicaciones
- Serie D Principios generales de tarificación
- Serie E Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
- Serie F Servicios de telecomunicación no telefónicos
- Serie G Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
- Serie H Sistemas audiovisuales y multimedios
- Serie I Red digital de servicios integrados
- Serie J Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
- Serie K Protección contra las interferencias
- Serie L Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
- Serie M Mantenimiento: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
- Serie N Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
- Serie O Especificaciones de los aparatos de medida
- Serie P Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
- Serie Q Conmutación y señalización
- Serie R Transmisión telegráfica
- Serie S Equipos terminales para servicios de telegrafía
- Serie T Terminales para servicios de telemática**
- Serie U Conmutación telegráfica
- Serie V Comunicación de datos por la red telefónica
- Serie X Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
- Serie Z Lenguajes de programación