

NOTAS DE FOTOGRAFÍA

OEFC

La curva característica de una
cámara digital

(c) Francisco Bernal Rosso, 2006

Licencia de uso:

Licencia de uso del cuaderno de apuntes de fotografía, fotografía digital, Caracterización de una cámara digital. Francisco Bernal Rosso, 2006.

Copyright, de la colección "*Apuntes de fotografía*", Francisco Bernal Rosso, 2000.

Edita: In lucem/FBR 31332525Q. El Puerto de Santa María, Cádiz, 2005.

1 Quedan reservados todos los derechos según dicta la ley de protección de la propiedad intelectual con las excepciones referidas más adelante allí donde fuera aplicable, así como las correspondientes leyes donde no lo fueran.

Caso de no existir una ley sobre protección de la propiedad intelectual, el documento limitador del uso de los cuadernos de fotografía será la presente licencia sin que esto signifique que no puedan adoptarse acuerdos concretos para usos específicos por parte del autor y de las otras partes interesadas.

2 La versión electrónica de la colección puede ser distribuida libremente sin necesidad de requerir permiso del autor ni del propietario del copyright siempre y cuando dicha distribución se haga de forma gratuita.

Por la versión electrónica se refiere exclusivamente a los ficheros en formato PDF, quedando las versiones impresas y en otros formatos a tenor de la ley correspondiente o los acuerdos que puedan adoptarse con el autor. Este permiso sobre la versión en formato PDF se debe entender en el sentido de que se puede realizar una copia impresa personal pero esta copia no puede a su vez distribuirse ni copiarse. Esta copia impresa se considerara de uso único. Así mismo está expresamente prohibido el paso de este documento a cualquier otro formato.

3 Así mismo el autor se reserva el derecho de modificación de los textos, ilustraciones o cualquier otro material de que se componga la obra, así como de la apariencia de la misma.

4 Cualquier duda sobre la interpretación de la presente licencia será resuelta sobre la base del texto en español. Estableciéndose como arbitro internacional al respecto la Cámara de Comercio de Cádiz, España. Quedan reservados todos los derechos.

Francisco Bernal Rosso.

Febrero 2006.

Índice de contenido

Notas para un curso de fotografía digital en estudio

Caracterización de una cámara digital

OEFC

(c)Francisco Bernal Rosso, 2006

Estudio de la curva característica de una cámara digital

Planteamiento

Podemos representar el comportamiento de una cámara digital de una manera similar a como estamos acostumbrados a hacerlo con la película, mediante una curva característica.

Esta curva representa la función de conversión optoelectrónica, OEFC por sus siglas en inglés.

Con ella podemos determinar los límites de trabajo de nuestra cámara y sacarle el mejor partido.

La curva OEFC

La ilustración muestra un ejemplo de curva OEFC. En la parte inferior tenemos la exposición, que puede venir en luminancias, en exposición (lux por segundo). Para este ejemplo, dado que tratamos de que sea práctico, vemos una OEFC con la indicación en pasos. El 0 indica el punto de exposición que ofrece el fotómetro para un motivo gris medio con una reflectancia del 18%, es decir, la tarjeta de Kodak que todos conocemos. Representa, por tanto, la zona V del sistema de zonas.

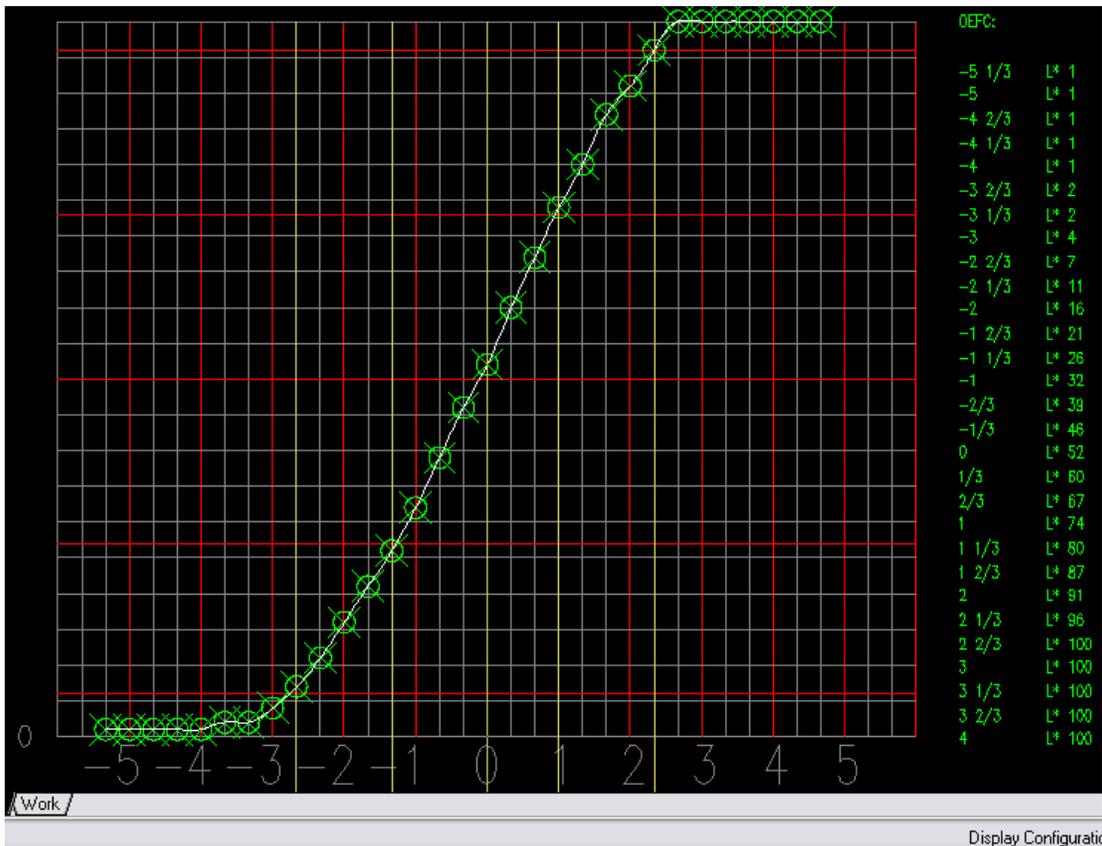
En el eje vertical indicamos el número correspondiente al valor digital producido por la exposición correspondiente. Este eje suele indicarse de 0 a 1, o bien de 0 al valor máximo que de la numeración empleada: 255 para 8 bits, 1024 para 10, etc.

También por razones prácticas, que serán explicadas más abajo en la ilustración de muestra el eje vertical está escrito para la claridad cromática L^* , el valor L del sistema de color Lab.

La curva, como puede verse, indica las sombras de la escena a la izquierda y las luces a la derecha. Al contrario que en la película, en la que el eje vertical

representa la densidad, en esta OEFC tenemos los tonos oscuros abajo y los claros arriba. Por eso, la curva tiene la misma orientación que la de un negativo, siendo la fotografía digital positiva, como todos sabemos.

La curva característica que levantamos representa el comportamiento de la cámara digital, no el del sensor.



En este ejemplo, basado en la curva de una Olympus E-500, tenemos el eje horizontal dividido en pasos a partir del del gris medio (0) que corresponde a la zona V del sistema de zonas. El eje vertical está medido en L*, el valor L del sistema de color Lab.

En la ilustración tenemos la curva trazada a partir de los datos recogidos en una prueba de la que hablaremos más adelante. El eje horizontal está dividido en pasos a partir del 0 que es la medida del fotómetro para el gris medio de la tarjeta del 18% de kodak.

El eje vertical muestra la claridad cromática L* en el rango habitual de 0 a 100. Los datos están tomados de tercio en tercio de paso.

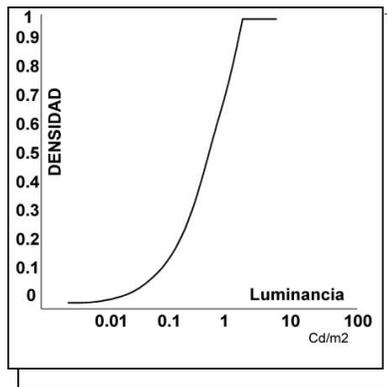
A la derecha están los datos numéricos tomados durante el experimento.

Como vemos la curva abarca unos 6 pasos de exposición. Esto es lo que llamamos la

latitud. El contraste máximo que es capaz de aceptar el sensor. El rango de salida no puede establecerse, dado que al ser un sistema digital solo tenemos números sin significado. El sentido de estos valores solo se adquiere al impresionar la imagen.

Comparación de la curva HD de película y la OEFC digital

Curva característica de una película



Curva característica de una película indicando los puntos interesantes de la sensibilidad. Abajo están las exposiciones. A la izquierda las zonas oscuras de las escena. A la derecha, las partes más claras. En el eje vertical tenemos los tonos de la película. Abajo las partes claras, las transparentes, arriba las oscuras, las opacas. El eje vertical está marcado en densidades. Normalmente no llegamos a una densidad 3. El punto más bajo es la *densidad mínima*. Indicada por *dm* en la gráfica. Para determinar la sensibilidad hemos de coger el punto que está 0,1 densidades por encima de esta mínima.

En la ilustración vemos una película negativa en blanco y negro de ISO 100/21 en la que, como podemos observar el punto de sensibilidad cae en la exposición de -2,1. En realidad la sensibilidad fotográfica supera esta definición de exposición para una densidad predeterminada y tiene en cuenta algunos factores más, como son la longitud y forma de la curva. En realidad lo dicho del punto de exposición debería aplicarse solamente cuando esta curva característica tiene cierta forma definida en el texto de la norma.

Curva característica de una cámara digital

Curva característica de un CCD. El eje vertical no indica la densidad, sino el número que ofrece el aparato. Lo normal es indicar esta curva con un valor *normalizado* de 0 a 1. En la ilustración vemos un ejemplo típico de curva OEFC. Abajo tenemos la luminancia de la escena. A la izquierda las partes oscuras, a la derecha las claras. En la línea vertical tenemos la respuesta del sensor. En el ejemplo tenemos la respuesta normalizada, que va de 0 a 1. Estos valores habrá que multiplicarlos por el número máximo que empleemos en la codificación para saber qué valor digital ofrece el dispositivo. Por ejemplo, si usamos 8 bits el eje vertical estará dividido en 256 partes siendo el 0 el 0 y el 1 el 256. Para 10 bits el 1 correspondería a 1024 mientras que sería 4096 para 12 bits por canal.

Obsérvese como en la parte de arriba de la curva la parte lineal termina bruscamente, al contrario que en la película que el paso de la parte lineal al final se hace de forma paulatina. Esto hace que se pierdan irreversiblemente los detalles en las luces al sobreexponer la imagen digital, mientras que con película aún pueden restaurarse estos detalles que solo quedan comprimidos, nunca fundidos.

Análisis de la curva OEFC

Puntos de interés

En una imagen digital nos interesan tres puntos: el límite de negros, el tono medio y el límite de blancos.

Límite de negros

El límite de negros es el punto más oscuro que podemos conseguir justo antes de llegar al negro absoluto. Dentro del sistema de zonas sería el que establece la zona I y corresponde a un valor L^* de 6.

Límite de blancos

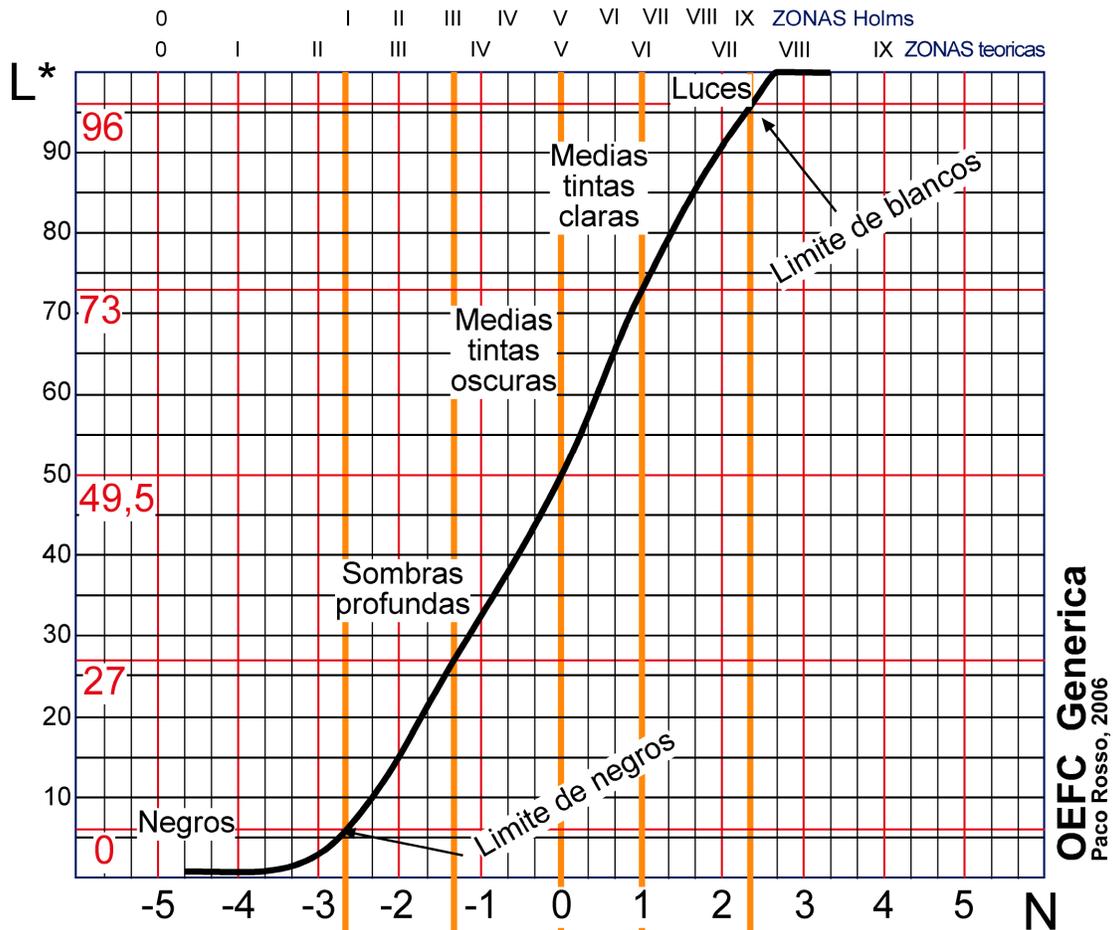
El límite de blancos es el más claro en el que podemos diferenciar aún detalle y está justo antes del blanco total de los reflejos especulares. Este blanco corresponde a una L^* 96 y a la zona IX.

El gris medio

El gris medio es el punto correspondiente a la exposición de la tarjeta gris medio del 18%. Su valor de L^* es 49,5. Dado que photoshop no trabaja con decimales en L lo redondeamos a 50.

Estudio de una curva

La siguiente ilustración muestra la curva levantada anteriormente pero algo modificada para mostrar las características que buscamos.



A esta gráfica hemos sobre puesto indicaciones sobre el sistema de zonas y el de tonos.

La curva nace en L 1, lo que significa que aun cuando el motivo fotografiado estaba muy subexpuesto había una cierta respuesta del sensor. Esto es el nivel de ruido mínimo que equivale al velo en el material sensible químico. La diferencia es que aquí no tiene un significado visual hasta que no imprimimos la foto.

Las líneas rojas verticales están escritas a intervalos de un paso, por lo que representan el sistema de zonas teórico (línea superior). Bajo él están escritas las zonas según los límites de Jack Holms (ver bibliografía) que establece la zona I para el valor mínimo y la IX para un tono que sea el 90% del total.

Las líneas amarillas están trazadas en los límites de los 6 tonos del sistema de tonos, que dividen la escala tonal en negros (por debajo de L 6), sombras profundas (de 6 a 27) medias tintas oscuras (de 27 a 50), medias tintas claras (de 50 a 73), luces (de 73 a 96) y blancos (tonos mayores de 96).

El límite de negros está en esta curva a dos pasos y dos tercios por debajo del gris medio. Lo que significa que disponemos de este margen para ubicar las sombras. Así

mismo tenemos el límite de blancos a dos pasos y un tercio. Por lo que podemos estar seguros de que podemos reproducir detalle en todo tono que midamos en escena que sea más claro que el del gris medio (o la medida promedio del fotómetro) pero esté dentro de este margen de blancos de dos pasos y un tercio (para esta cámara en concreto).

Sistema de zonas	Sistema de tonos
<p>La fotometría del sistema de zonas asigna diez <i>zonas</i> a las diferentes tonalidades. Las esenciales son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zona V. Que es la que proporciona el fotómetro. 2. Zona VII. Dos pasos por encima de la cinco, contiene el blanco con detalle. 3. Zona III. Dos pasos por debajo de la cinco. Contiene las sombras con detalle. <p>El uso sería el siguiente: Medimos sobre un tono. Si hiciéramos la foto con esa medición el objeto medido se reproduciría en zona V. Como un gris medio. Si el objeto es más claro, abrimos el diafragma. Si es más oscuro, lo cerramos. Los límites serían los de la zona VII y III. El problema del sistema de zonas es que no es un sistema de fotometría, sino que abarca desde las técnicas para conocer el comportamiento de la película, a la toma de decisiones sobre como ampliar. Pasando, claro, por las decisiones sobre la fotometría Esto hace que los valores de zona VII y III para detalle en luces y en sombra sea algo artificial.</p>	<p>En este sistema dividimos las tonalidades en seis apartados:</p> <ul style="list-style-type: none"> Negros profundos. De L menor de 6. Sombras con detalle. De L 6 a 27. Medias tintas oscuras. De L 27 a L 50. Medias tintas claras. De L 50 a L 73. Luces con detalle. De L 73 a L 96. Altas luces. De L 96 en adelante. <p>El gris medio cae en L 50. A la hora de medir el gris medio podemos reubicarlo según queramos como media tinta oscura –si cerramos algo el diafragma- o medias tintas claras – si lo abrimos-. El valor exacto en pasos de esta escala depende de donde caigan, para nuestra cámara concreta, cada uno de los tonos de L. Ya hemos visto determinar los tonos de límites de blancos y de negros (L 96 y L 6). Podemos determinar los puntos de cruce de los demás tonos y así disponer de información sobre la reubicación de los tonos que produce nuestra cámara. La idea es abrir o cerrar la exposición según queramos dar un aire más luminoso u oscuro a los tonos.</p>

De la suma de este rango de sombras y rango de luces tenemos la latitud. Que como podemos ver en la curva es de 5 pasos.

Si miramos bien la curva veremos que estos puntos determinados no alcanzan los extremos de gráfica. El rango total es de un paso más por las sombras y un tercio por las luces. La latitud total máxima es, por tanto, de seis pasos y un tercio, aunque son los cinco pasos antes dichos la que constituye el valor práctico empleable.

La curva característica nace con un talón, sube con una recta y termina bruscamente en una esquina del hombro, sin curvas.

Consideraciones prácticas

Como ya sabemos la brusca terminación de la curva en las luces provoca que los tonos más claros se saturan destruyendo el detalle.

Pero en las sombras existe un talón que provoca una compresión de los tonos. Es especialmente interesante lo que sucede entre los puntos horizontales $-2 \frac{2}{3}$ y $-3 \frac{1}{3}$. El espolón que hay a la izquierda del límite de negros. Como vemos ahí hay una compresión de tonos que alberga detalles comprimidos más allá de lo visible. Pero son detalles que podemos recuperar reubicando los tonos. Por ejemplo con la herramienta de niveles de photoshop o con el revelado de los datos RAW.

Este espolón alberga información capaz de reproducir un forzado de sensibilidad al estilo de los que estamos acostumbrados a realizar con película. Naturalmente no hay nada gratis y este forzado se hace a costa de una posterización de los tonos y aumento del grano.