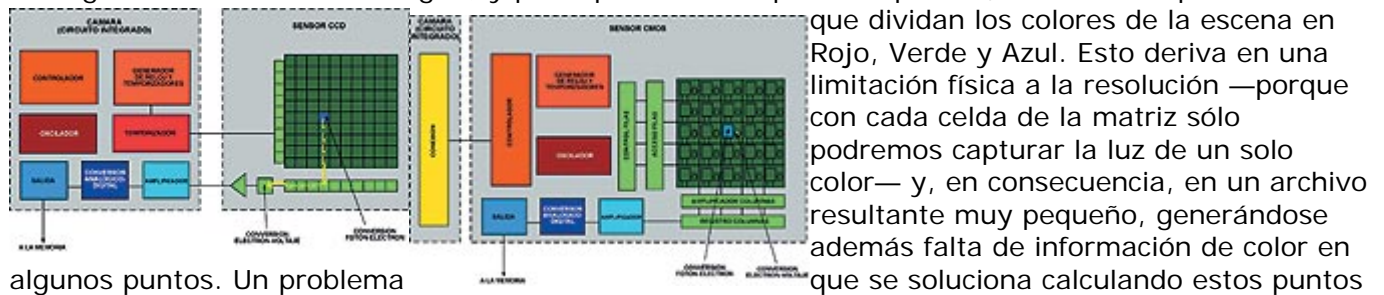


CCD versus CMOS

Actualmente, en el mercado fotográfico han aparecido diversas cámaras profesionales que incorporan como sensor de imágenes dispositivos de tecnología CMOS, tecnología que ya podíamos encontrar en algunas cámaras de fotografía digital y webcams, cuya calidad dejaba mucho que desear. No obstante, con la aparición de cámaras como la Canon EOS 1DS, la Kodak DCS 14n y la Sigma SD9, se está llegando a unos niveles de calidad muy altos en cámaras cuyo sensor es el nombrado CMOS. Por esto consideramos interesante la explicación un poco más detallada de las diferencias, ventajas e inconvenientes de las dos tecnologías que existen de sensores de imagen: el CCD y el CMOS.

El sensor de imagen es un dispositivo que percibe las variaciones de intensidad de la luz, pero sin distinguir los colores de la imagen; y para que el sensor pueda captarlos, se deben emplear filtros que dividan los colores de la escena en Rojo, Verde y Azul.



Esto deriva en una limitación física a la resolución —porque con cada celda de la matriz sólo podremos capturar la luz de un solo color— y, en consecuencia, en un archivo resultante muy pequeño, generándose además falta de información de color en algunos puntos. Un problema que se soluciona calculando estos puntos mediante técnicas matemáticas de interpolación, en las que el software de la cámara determina el color posible de una celda sobre la base de los colores de las celdas adyacentes.

Los sensores de un solo disparo pueden estar basados en dos tipos de tecnologías, CCD (Charged Couple Device) o CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor). Tradicionalmente se utilizaron los CCD para las cámaras profesionales y semi-profesionales y los CMOS para las cámaras de aficionados y las webcam. Pero esta distribución parece estar cambiando. Seguramente algunos fabricantes incorporarán sus próximos modelos la tecnología CMOS, en tanto que otros continuarán mejorando las prestaciones del CCD.

CCD (Charge Coupled Device)

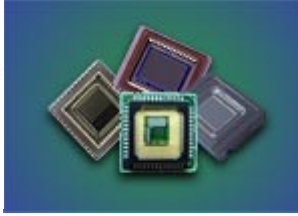
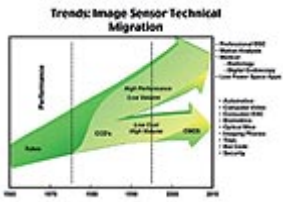
Este tipo de sensor debe su nombre a una tecnología que en sus principios se empleó en la fabricación de memorias de acceso secuencial. Los dispositivos de carga acoplada (CCD) no son más que dispositivos electrónicos de silicio que en cada uno de sus puntos fotosensibles incorpora un fotodiodo, cuya propiedad es generar electrones dependiendo de la cantidad de luz que incide sobre él. Al captar la imagen estos diferentes fotodiodos producen una carga electrónica proporcional a la luz incidente y es, en la lectura de estas cargas electrónicas, donde encontramos la mayor diferencia entre las dos tecnologías aquí analizadas.

En el CCD, mediante una señal de reloj procedente del circuito integrado de la cámara, la carga que posee uno de estos fotodiodos va pasando de éste al adyacente y así sucesivamente hasta llegar a un registro —también formado por dispositivos de carga acoplada— que es el encargado de ir suministrando, por orden secuencial, las diferentes cargas que poseen los distintos fotodiodos que forman el sensor. Estas cargas electrónicas se convierten en potencial eléctrico —voltaje—, que se amplifica y se recoge en el circuito integrado de la cámara, encargado de procesar estos datos y proporcionar una señal digital que se graba en memoria.

CMOS

Este dispositivo recibe su nombre del método de fabricación utilizado en su elaboración. CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) no es más que una forma de fabricación de circuitos integrados que se ha convertido en la más generalizada en la fabricación de microchips, relegando la tecnología TTL con la que se fabricaban los primeros chips. Esta es su gran ventaja, ya que su fabricación es posible en cualquier planta de fabricación de memorias, microprocesadores y demás controladores sin apenas realizar cambios en la cadena de montaje, lo que repercute en un menor coste.

Estos dispositivos se caracterizan ante todo porque cada fotodiodo integrado en el sensor lleva consigo la electrónica necesaria para convertir la carga de electrones generada en voltaje, así como



un registro individual de este voltaje. Esto supone que la superficie necesaria para captar la luz, a mismo tamaño de celda, es menor que en un CCD, pero tiene la gran ventaja de poder acceder a la información

captada no solo en la totalidad del dispositivo sino también a una zona particular de éste. El chip sensor CMOS no sólo integra los fotodiodos sino que también integra toda la electrónica necesaria para el control y lectura de estos, así como el convertor analógico-digital, lo que se traduce en un menor tamaño de los circuitos necesarios para la captura de imágenes.

Comparativa: CCD vs CMOS

Como hemos visto, la gran diferencia entre ambos dispositivos es su construcción. Ambos se basan en el silicio para ello, pero mientras en el CCD la carga electrónica va pasando de forma secuencial hasta el dispositivo que la convierte en voltaje, en el CMOS esta conversión se realiza en el mismo fotodiodo. No obstante, esta forma de actuar es la que marca las diferencias entre uno y otro.

Electrónica de control

La primera y esencial distinción es que, mientras en el CMOS la electrónica de control se encuentra integrada en el dispositivo de captura, en el CCD está fuera, lo que hace que sea más fácil la actualización de las cámaras basadas en este dispositivo, ya que si se demanda alguna mejora sin la necesidad de utilizar otro sensor —como sería el caso del CMOS—, variando la electrónica de control podemos cambiar el resultado de la imagen sin tener que cambiar de sensor.

Sensibilidad

No nos referimos a la sensibilidad tal y como se entiende en fotografía, nos referimos a la capacidad que tiene el sensor de generar carga eléctrica por unidad de luz que incide sobre él. En el CMOS, al amplificarse directamente la señal que incide en el fotodiodo, esta respuesta es mejor, aunque actualmente algunos fabricantes de CCD están cambiando este concepto mediante la aplicación de nuevas técnicas de amplificación de la señal.

Rango Dinámico

Nos indica el nivel de señal que es posible medir entre el umbral del fotodiodo y su saturación, lo que va a influir en la gama de luminosidad que podamos obtener del sensor. En este aspecto, el CCD supera en casi el doble al CMOS, ya que, como hemos visto en su construcción, al mismo tamaño de sensor, la superficie responsable de captar la luz es mayor.

Ruido

En este punto también sale favorecido el CCD ya que, al integrar menos electrónica en el sensor, el ruido electrónico también es menor.

Velocidad de obturación

Con un sensor CCD es posible alcanzar velocidades de obturación más elevadas que con un CMOS, debido también a la mayor integración de componentes electrónicos en éste.

Blooming

Este efecto, por el cual si un fotodiodo de un CCD se satura demasiado puede afectar a otros fotodiodos próximos a él, no se produce en el sensor CMOS ya que en él no hay transferencia de carga entre los diferentes fotodiodos.

Consumo eléctrico

Aquí también es el CMOS el que sale vencedor, ya que el consumo energético necesario es mucho menor que en un CCD.

En conclusión, los sensores CCD ofrecen mejor calidad de imagen y mayor flexibilidad que los sensores CMOS, a cambio estos consumen mucha menos energía y permiten un tamaño de integración más pequeño. De todas formas, ambas tecnologías están evolucionando hacia mayores niveles de calidad, por lo que en un futuro próximo veremos cámaras que incorporan CMOS con un nivel de calidad equiparable a los mejores CCD y, a estos niveles de calidad, sin apenas diferencia en coste entre un dispositivo y otro.

¿Qué nos depara el futuro?

Actualmente ya hay en el mercado cámaras fotográficas de gran calidad que integran un sensor CMOS de última generación. Entre éstas hay que destacar al modelo SD9 de Sigma, que es la primera cámara digital que integra un nuevo concepto de sensor CMOS, el Foveon X3, donde en cada píxel se recoge información de los tres colores mediante la colocación de fotodiodos a diferentes niveles, consiguiendo así una información de color más fiable. Quizás en un futuro artículo analicemos más detenidamente este novedoso sensor.

Como podemos observar en la siguiente figura, que se basa en estudios realizados por Kodak, ambas tecnologías subsistirán, enfocándose las basadas en el sensor CCD a aplicaciones de imagen

profesional, medicina y aplicaciones espaciales y en un porcentaje algo menor, al consumo, mientras que las cámaras basadas en CMOS se enfocarán al gran consumo, juguetes, telefonía y en un porcentaje menor a aplicaciones de imagen profesional.