



Jorge H Olivares
XE2PN

Dispositivo de Carga Acoplada
Charge-Coupled Device CCD.

Un **dispositivo de carga acoplada** (en inglés *charge-coupled device*, conocido también como **CCD**), es un [circuito integrado](#) que contiene un número determinado de [condensadores](#) enlazados o acoplados. Bajo el control de un circuito interno, cada condensador puede transferir su [carga eléctrica](#) a uno o a varios de los condensadores que estén a su lado en el circuito impreso. La alternativa digital a los CCD son los dispositivos [CMOS](#) (*complementary metal oxide semiconductor*) utilizados en algunas [cámaras digitales](#) y en numerosas [cámaras web](#). En la actualidad los CCD son mucho más populares en aplicaciones profesionales y en cámaras digitales.

Los primeros dispositivos CCD fueron inventados por [Willard Boyle](#) y [George E. Smith](#) el 17 de octubre de 1969 en los [laboratorios Bell](#), ambos premiados con el [Premio Nobel](#) de Física de 2009 precisamente por este invento.

Fotografía digital

El término CCD es conocido popularmente como la designación de uno de los elementos principales de las [cámaras fotográficas](#) y de [video digitales](#). En éstas, el CCD es el [sensor](#) con diminutas [células fotoeléctricas](#) que registran la [imagen](#). Desde allí la imagen es procesada por la cámara y registrada en la [tarjeta de memoria](#).

La capacidad de resolución o detalle de la imagen depende del número de células fotoeléctricas del CCD. Este número se expresa en [píxeles](#). A mayor número de píxeles, mayor nitidez en relación con el tamaño. Actualmente las cámaras fotográficas digitales incorporan CCD con capacidades de hasta ciento sesenta millones de píxeles (160 megapíxeles) en cámaras [Carl Zeiss](#).

Los píxeles del CCD registran gradaciones de los tres colores básicos: [rojo](#), [verde](#) y [azul](#) (abreviado "RGB", del inglés *red, green, blue*), por lo cual tres píxeles, uno para cada color, forman un conjunto de célula fotoeléctrica capaz de captar cualquier color en la imagen. Para conseguir esta separación de colores la mayoría de cámaras CCD utilizan una [máscara de Bayer](#) que proporciona una trama para cada conjunto de cuatro píxeles de forma que un píxel registra luz roja, otro luz azul y dos píxeles se reservan para la luz verde (el ojo humano es más sensible a la luz verde que a los colores rojo o azul). El resultado final incluye información sobre la luminosidad en cada píxel pero con una resolución en color menor que la resolución de iluminación. Se puede conseguir una mejor separación de colores utilizando dispositivos con tres CCD acoplados y un dispositivo de separación de luz como un prisma dicróico que separa la luz incidente en sus componentes rojo, verde y azul. Estos sistemas son mucho más caros que los basados en máscaras de color sobre un único CCD. Algunas cámaras profesionales de alta gama utilizan un filtro de color rotante para registrar imágenes de alta resolución de color y luminosidad pero son productos caros y tan solo pueden fotografiar objetos estáticos.

Funcionamiento físico

Los detectores CCD, al igual que las [células fotovoltaicas](#), se basan en el [efecto fotoeléctrico](#), la conversión espontánea de luz recibida en corriente eléctrica que ocurre en algunos materiales. La sensibilidad del detector CCD depende de la [eficiencia cuántica](#) del chip, la cantidad de [fotones](#) que deben incidir sobre cada detector para producir una [corriente eléctrica](#). El número de [electrones](#) producido es proporcional a la cantidad de luz recibida (a diferencia de la fotografía convencional sobre negativo fotoquímico). Al final de la exposición los electrones producidos son transferidos de cada detector individual (*fotosite*) por una variación cíclica de un potencial eléctrico aplicada sobre bandas aisladas de semiconductores horizontales entre sí por una capa de SiO₂. De este modo, el CCD se lee línea a línea, aunque existen numerosos diseños diferentes de detectores.

En todos los CCD el ruido electrónico aumenta fuertemente con la temperatura y suele doblarse cada 6 u 8 °C. En aplicaciones astronómicas de la fotografía CCD es necesario refrigerar los detectores para poder utilizarlos durante largos tiempos de exposición.

Históricamente la fotografía CCD tuvo un gran empuje en el campo de la [astronomía](#) donde sustituyó a la fotografía convencional a partir de los años 1980. La sensibilidad de un CCD típico puede alcanzar hasta un 70% comparada con la sensibilidad típica de películas fotográficas en torno al 2%. Por esta razón, y por la facilidad con la que la imagen puede





corregirse de defectos por medios informáticos, la fotografía digital sustituyó rápidamente a la fotografía convencional en casi todos los campos de la astronomía.

Una desventaja importante de las cámaras CCD frente a la película convencional es la reducida área de los CCD, lo que impide tomar fotografías de gran campo comparable a algunas tomadas con película clásica. Los observatorios astronómicos profesionales suelen utilizar cámaras de 16 bits, que trabajan en blanco y negro. Las imágenes en color se obtienen tras el procesamiento informático de imágenes del mismo campo tomadas con diferentes filtros en varias longitudes de onda.

Las imágenes obtenidas por una cámara CCD son sometidas a un proceso de corrección que consiste en restar de la imagen obtenida la señal producida espontáneamente por el chip por excitación térmica ([campo oscuro](#)) y dividir por una imagen de un campo homogéneo ([campo plano](#) o *flat field*) que permite corregir las diferencias de sensibilidad en diferentes regiones del CCD y corregir parcialmente defectos ópticos en la cámara o las lentes del instrumento utilizado.

La primera publicación sobre la aplicación del CCD a la astronomía se realizó en 1976 por B. A. Smith.

El primer artículo astronómico sobre el uso de la CCD fue el titulado *Astronomical imaging applications for CCDs*, de B. A. Smith, publicado en *JPL Conf. on Charge-Coupled Device Technol and Appl.* Páginas 135 a 138 (1976). Una mayor difusión obtuvo *CCD Surface Photometry of Edge-On Spiral Galaxies*, aparecido en el "Bulletin of the American Astronomical Society", Vol. 8, p. 350 de ese mismo año.

Aplicación

La cámara digital más grande del mundo, tiene un tamaño similar al de un pequeño automóvil, y está **compuesta por 74 sensores CCD**.

Una imagen a máxima resolución tomada con **Dark Energy Camera** puede asustar, ya que en su conjunto los sensores son capaces de capturar instantáneas de **570 megapíxeles**. Para tener una idea, el dispositivo tarda 17 segundos aproximadamente en realizar una fotografía, y eso que utiliza la última de las tecnologías.

Fue construida por el **Laboratorio Nacional Fermi (Fermilab)** en los EEUU, en un proyecto dirigido por físicos y astrónomos, con la misión final de mapear 300 millones de galaxias en los próximos 5 años.

Una vez terminado el armazón que contiene la cámara, **se incorporó a un telescopio en el Observatorio de Cerro Tololo en Chile**. Se estima que su precio final está cerca de los 35 millones de dólares.

Logros

Una estudiante de doctorado del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) descubrió toda una rareza astronómica: un Anillo de Einstein; un fenómeno provocado por la fuerza gravitacional sobre la luz y que ya predecía la Teoría de la Relatividad de Einstein.

La imagen distorsionada de una galaxia muy lejana fue detectada de forma fortuita por la estudiante Margherita Bettinelli al inspeccionar datos tomados por la DECam del Telescopio Blanco de 4 metros del Observatorio de Cerro Tololo en Chile.

El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) informó que el descubrimiento tuvo lugar mientras se analizaba la población estelar de la galaxia enana de Sculptor.

Los especialistas en Poblaciones Estelares del IAC comenzaron a analizar las propiedades físicas del objeto con el espectrógrafo Osiris del Gran Telescopio de Canarias.

Conclusión

Sin duda, estudiar estos fenómenos proporciona información muy relevante sobre la composición de la galaxia, sobre la estructura del campo gravitatorio y la distribución de la materia oscura.

Pero la aplicación de la tecnología al desarrollo de las ciencias es impresionante.

