

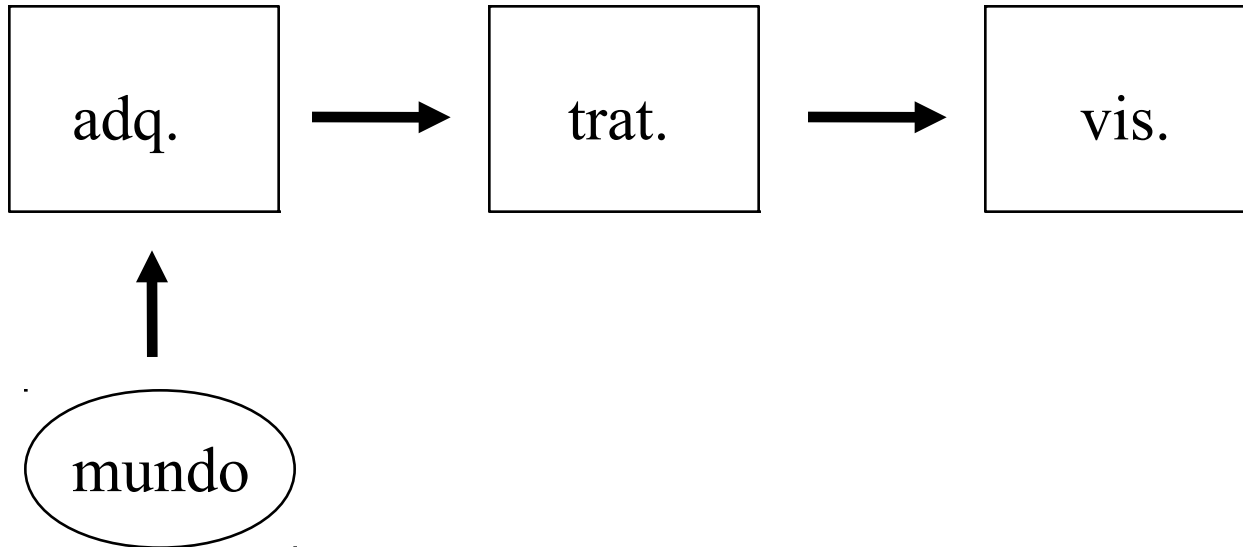
Arquitectura.

A Roadmap For Building A Machine Vision System.

Partes del sistema...

- Plataforma de adquisición:
 - Lentes, iluminación
 - Sensores,
 - Conversión análogo numérica,
 - Acondicionamiento de la señal.
- Plataforma de tratamiento:
 - Hardware (HW):
 - Almacenamiento.
 - Tratamiento.
 - Visualización.
 - Software (SW).

Un sistema...

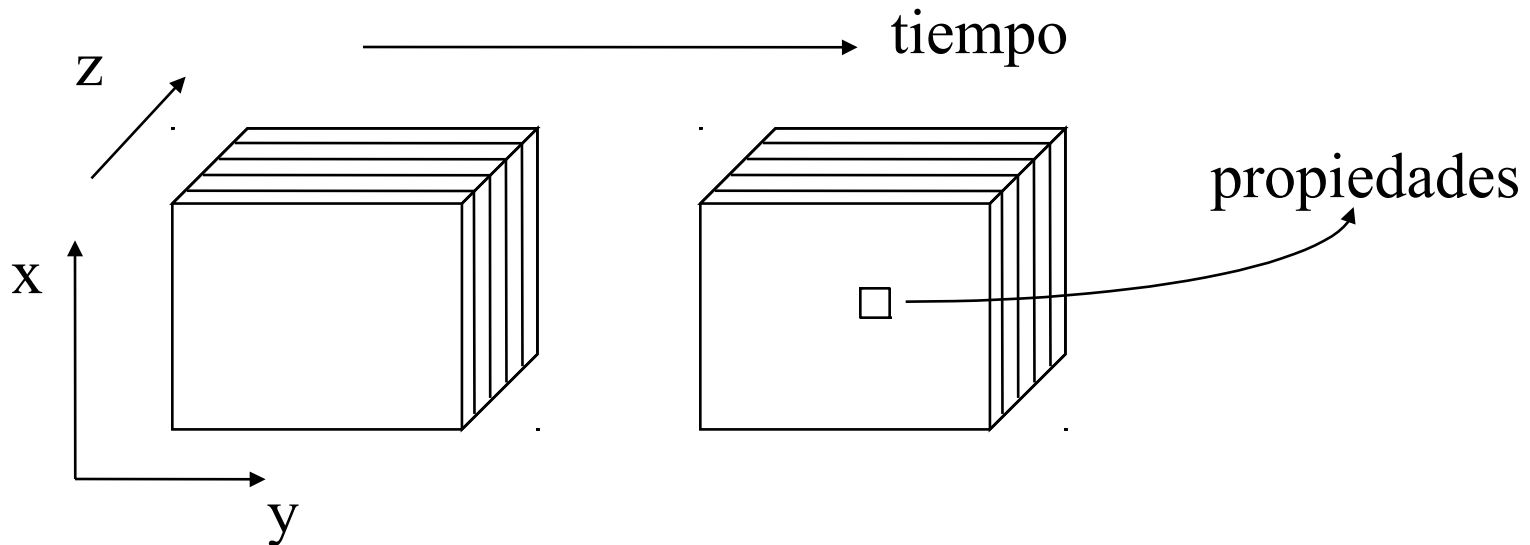


Un sistema

- En cada bloque aparecen los conceptos de resolución espacial, cuantificación, factor de forma, rango dinámico.
- Ejemplo: resolución espacial o rango dinámico en la adquisición y en la visualización.

Los datos...

- Se trata de un arreglo multidimensional de muestras cuyo valor es representativo de una propiedad física: densidad, intensidad, color, etc.



Plataforma de adquisición.

Del mundo analógico al digital:

- Imágenes bidimensionales.
- Secuencias de imágenes.
- Ecografía.
- Tomografía.
- Radiología.
- Resonancia magnética.

Adquisición de Imágenes 2d.

- Una computadora:
 - Memoria, disco, potencia de cálculo.
- Una cámara:
 - CCD blanco y negro o color,
 - Analógica o digital.
- Una tarjeta de adquisición.
- Visualización: monitor o ventana

Sensores, cámaras

- Sensores de estado sólido. Carga proporcional a la iluminación local (número de fotones que impactan el área).
- Matricial vs cámara línea.
- Blanco y negro vs. Color.

Una cámara

- La cámara.
- El lente.
- La fuente de potencia.
- La tarjeta de adquisición o interfaz.
- El cable.
- El monitor?

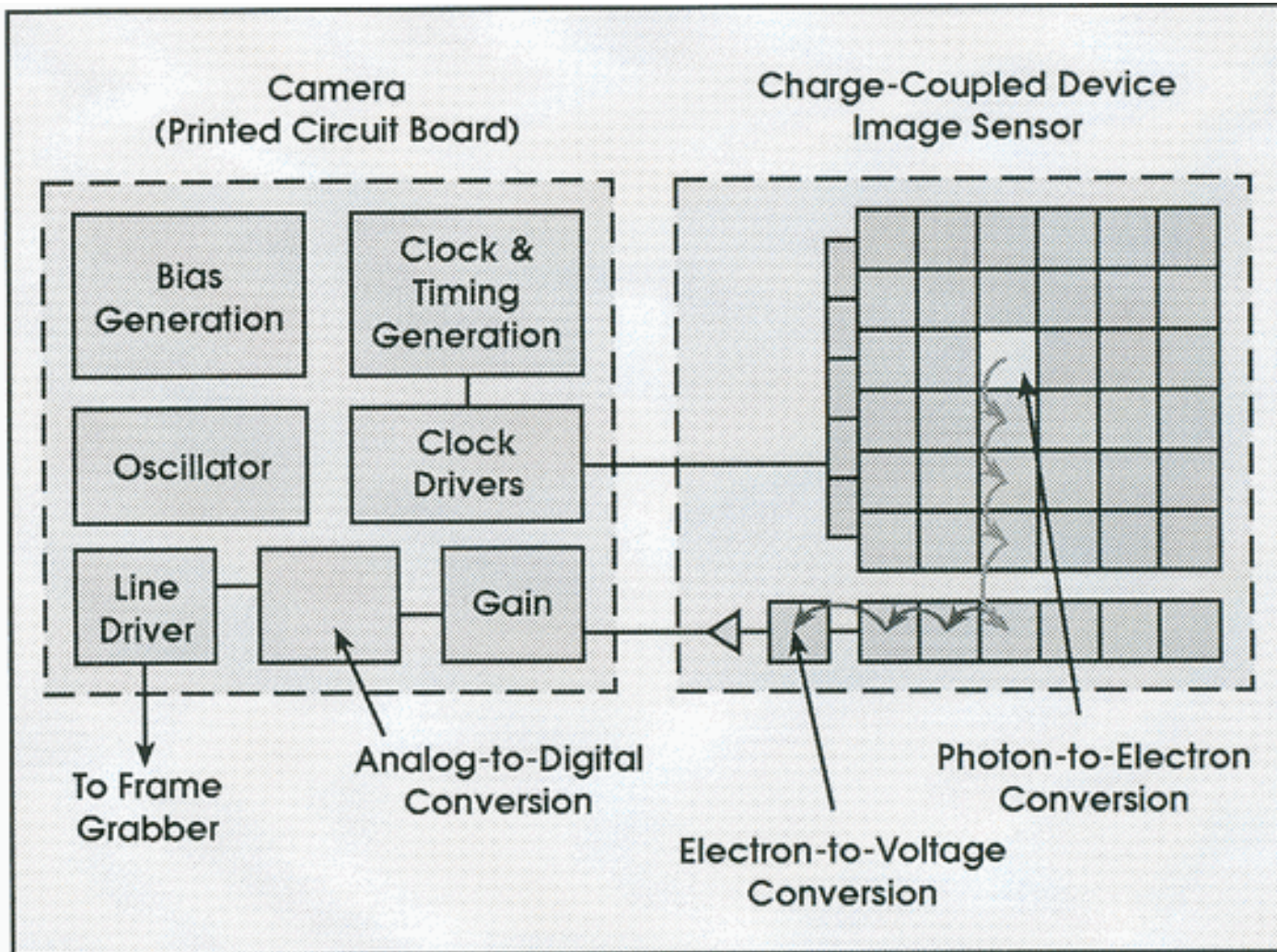
Sensores y cámaras

- Analógicas: Entregan una señal compuesta de vídeo según alguna norma (NTSC, PAL).
- Digitales: incluye la conversión y entrega una señal digital a través de un bus paralelo.
- Tamaños:
 - Matriciales: cada vez más grandes!, 40, 50 Megapixels...
 - 86 Megapixels
 - 151 Megapixels
 - Línea: hasta 8192. Ejemplos.

CCD

- Durante la exposición se convierte la energía luminosa en carga eléctrica.
- La carga de cada pixel es transferida a una salida común.
- Conversión carga a voltaje, buffer y envío.
- Conversión A/D: cerca del sensor o en la tarjeta de adquisición.

CCD



Sensor CMOS

- La conversión de carga a voltaje se realiza en cada pixel.
- En general la conversión A/D se realiza cerca del sensor, a veces en el mismo chip. Ruido...
- La electrónica está en cada pixel: más ruido, fill factor (se ha resuelto con microlentes).
- Más baratos? Es un system-on-a-chip....

Sensor CMOS

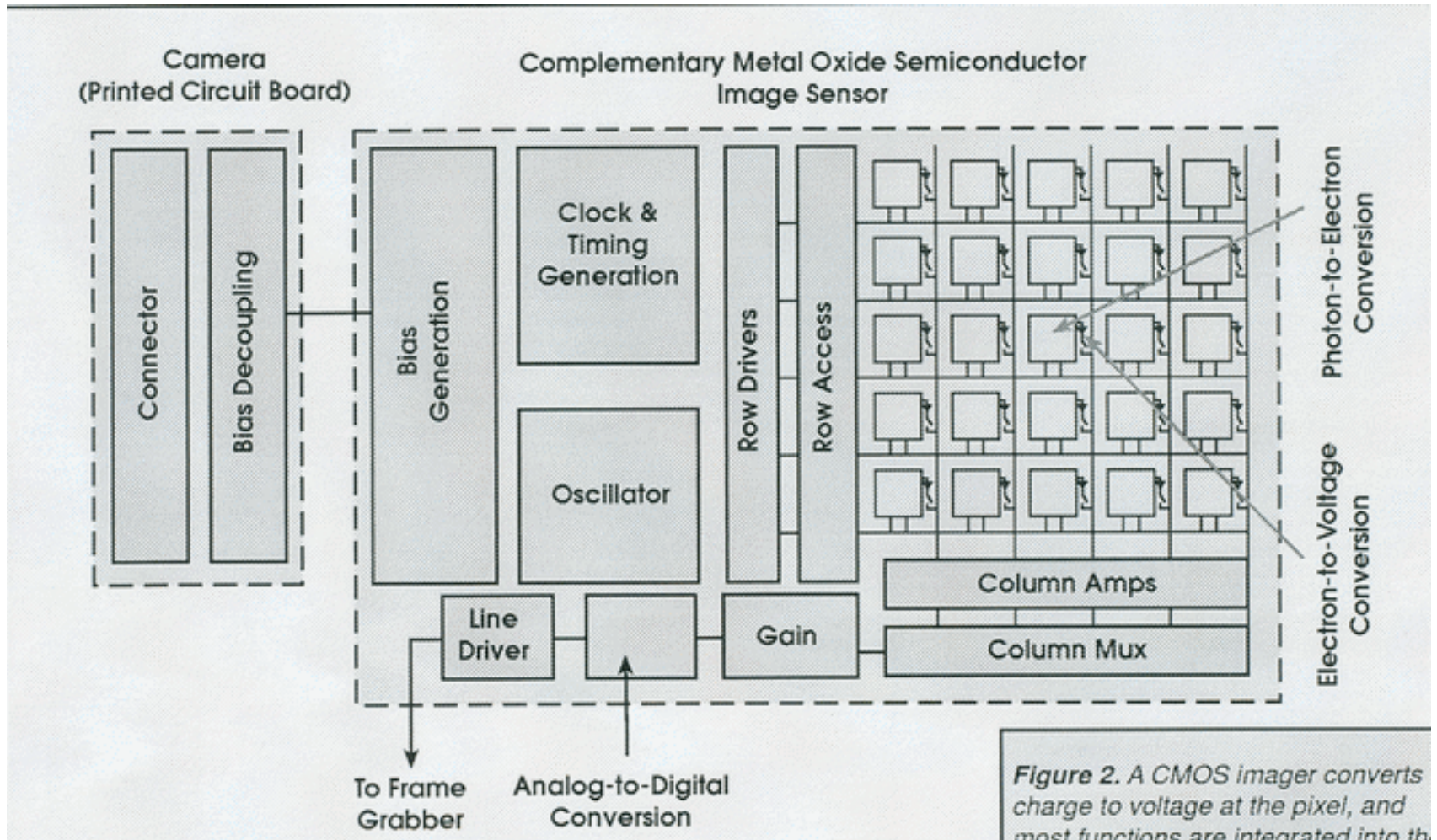


Figure 2. A CMOS imager converts charge to voltage at the pixel, and most functions are integrated into the

Atributos del sensor

- Responsividad: señal generada por unidad de energía luminosa.
- Rango dinámico.
- Uniformidad de la respuesta de los pixels.
- Shuttering. Comienzo y fin arbitrario de la exposición.

Atributos del sensor

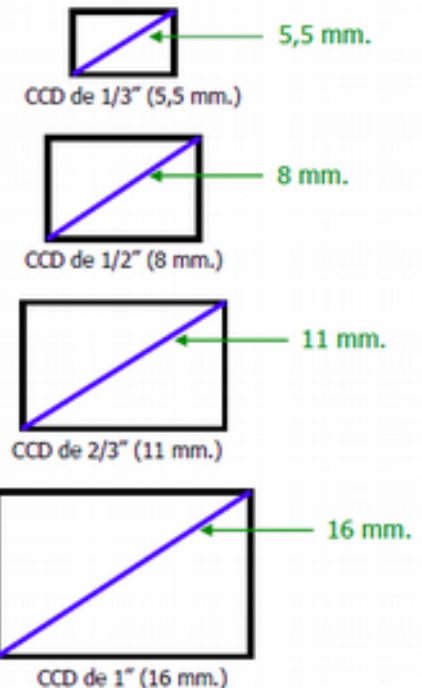
- Velocidad: Capacidad de sacar esa cantidad de datos y procesarla, podría embeberse en el HW.
- ROI: Region Of Interest
- Antiblooming: evitar saturaciones locales que contaminen zonas aledañas.
- Robustez, fiabilidad...

Temas sensor

- Progressive scan: adquiere y transfiere todo el cuadro a diferencia del Interlaced (2 cuadros por trama). Simultaneidad de la adquisición.
- Asynchronous electronic shuttering: trigger de la captura sin esperar a completar la carga. Permite aumentar el frame per second (fps) transfer rate.

Tema sensor

- Tamaño del sensor
- Resolución
- Respuesta diferente de los pixels a la iluminación



Cálculos

- Field of View: $FOV = (D_p + L_v)(1 + P_a)$
- D_p : tamaño máximo de la parte a observar
- L_v : Variación en la localización de la parte.
- P_a : variación de la dirección de la cámara (en %)
- Atención a la relación de aspecto: $\frac{3}{4}$, cuadrado, etc.

Resolución

- Imagen: $R_i = N \times M$. (# Filas y columnas).
- Espacial: espacio entre centros de los píxels. Depende de FOV y resolución de la imagen:

$$R_s = \text{FOV}/R_i \text{ (mm/pixel)}$$

- Detalle (R_f): mínimo detalle distinguible.

$$R_f = R_s \cdot F_p \text{ (mm)}$$

- F_p : # pixels por detalle mínimo (pixels)

Ejemplo lana

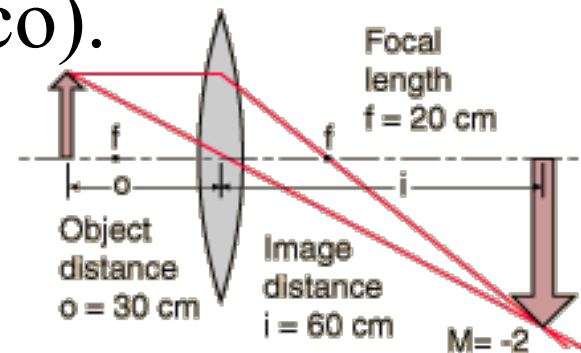
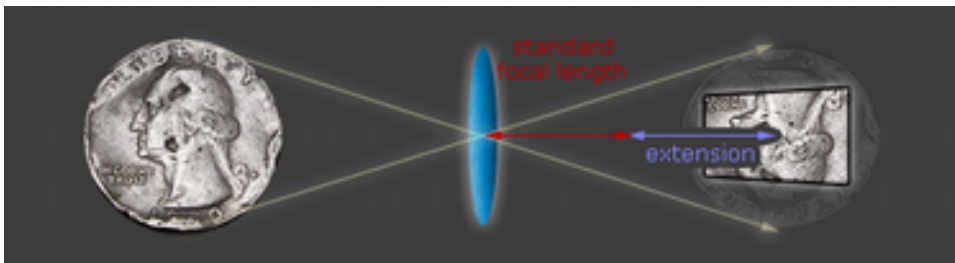
- FOV: cuadrado de 10 cm
- $R_f = 25$ micras
- $F_p = 3$ pixels
- Calcular
 - R_s
 - R_i

Lentes

- Tipo de montaje
- Arandelas
- Atenuación de la luz, filtrado espectral.
- FOV, distancia focal, tamaño del sensor.

Cálculos con el lente...

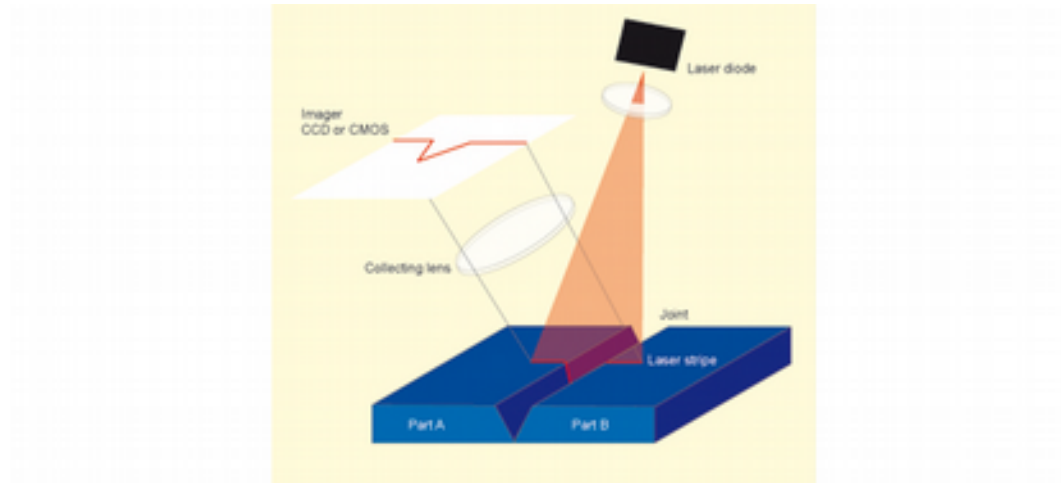
- $M_i = H_i/H_o = D_i/D_o$ Magnificación.
- $f = (D_o \cdot M_i)/(1 + M_i)$ Distancia focal.
- $D_o = f(1 + M_i)/M_i$ Distancia al objeto.
- $L_e = D_i - f = M_i \cdot f$ Lens extension (para magnificar o entrar en foco).



Iluminación

- Luz difusa desde atrás. Backlight.
- Luz en anillo desde adelante: evita sombras.
- Luz con ángulo incidente bajo (20 o 30 grados): realza textura.
- Luz polarizada
- Luz estructurada (grillas, franjas) digit3d.
- Luz concentrada colineal

Luz estructurada



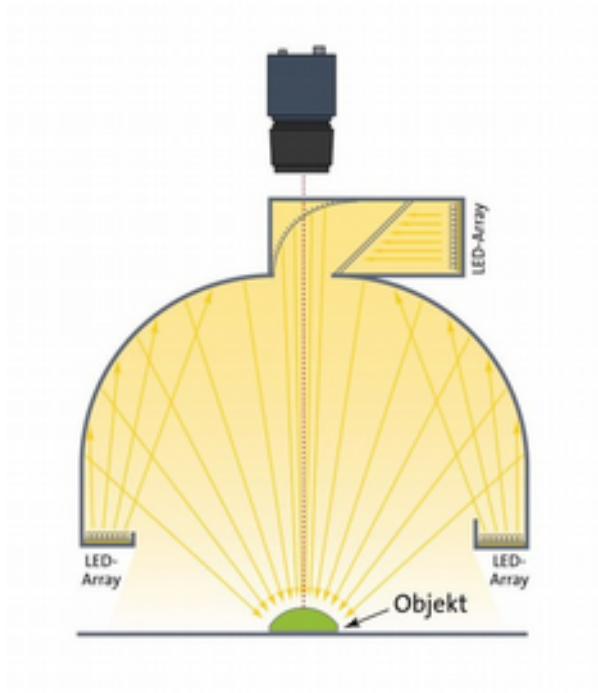
<https://www.stemmer-imaging.com/en/technical-tips/illumination-techniques/>

Anillos de LED

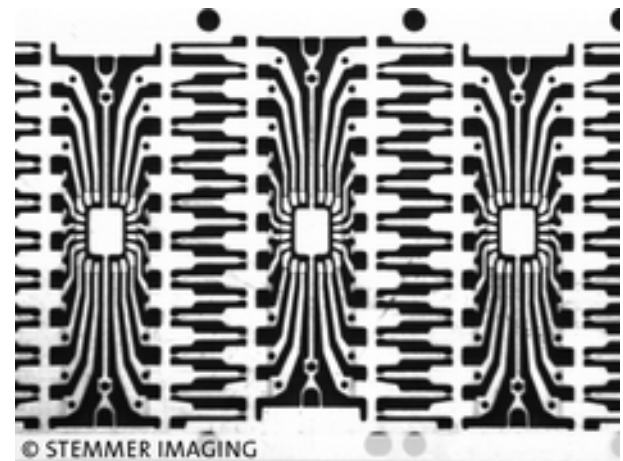
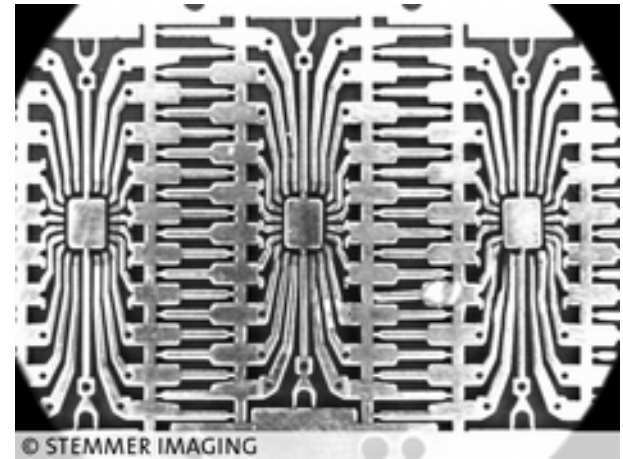
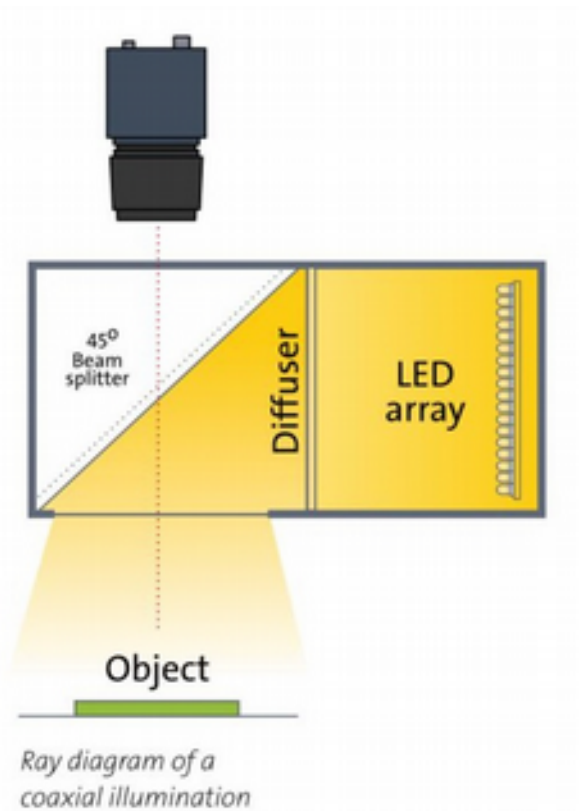


<https://www.stemmer-imaging.com/en/technical-tips/illumination-techniques/>

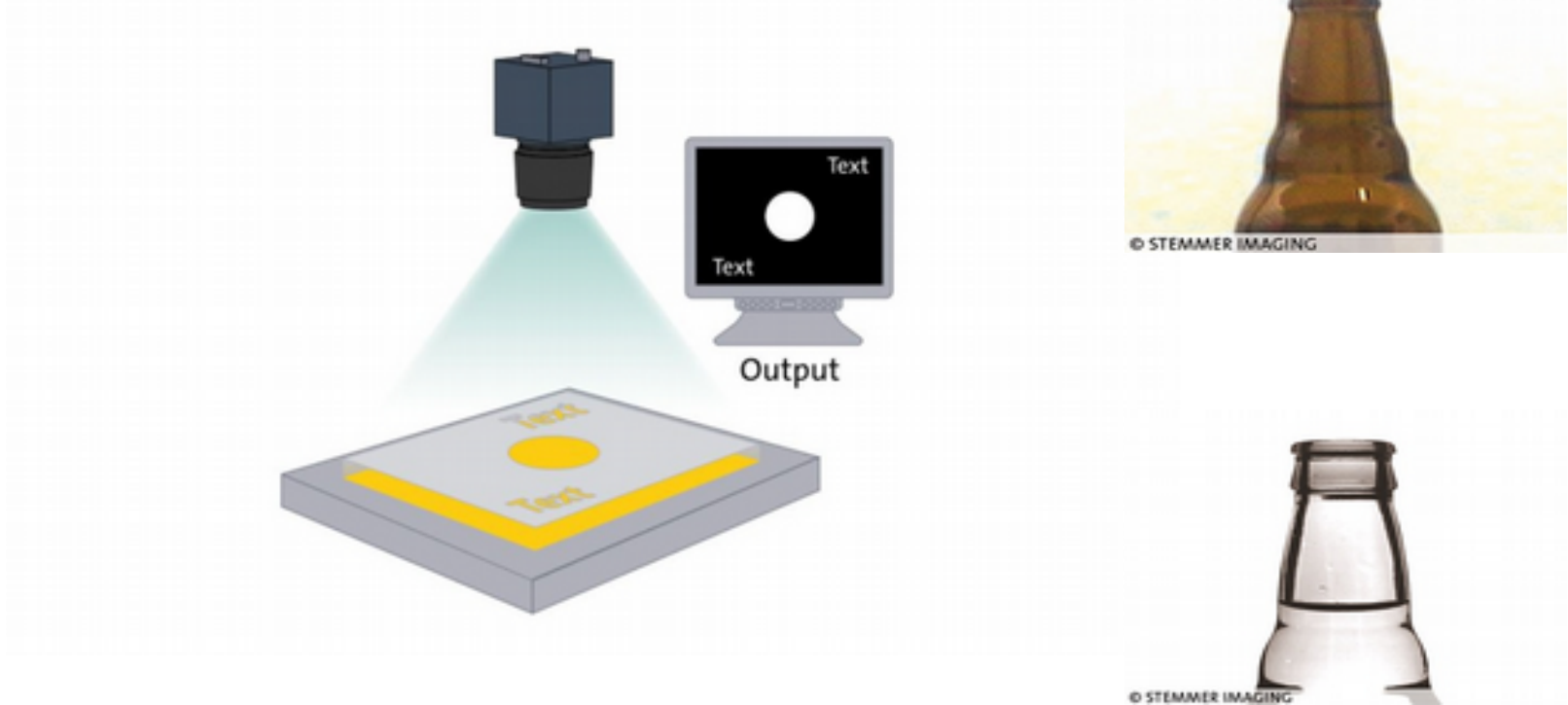
Iluminación frontal difusa



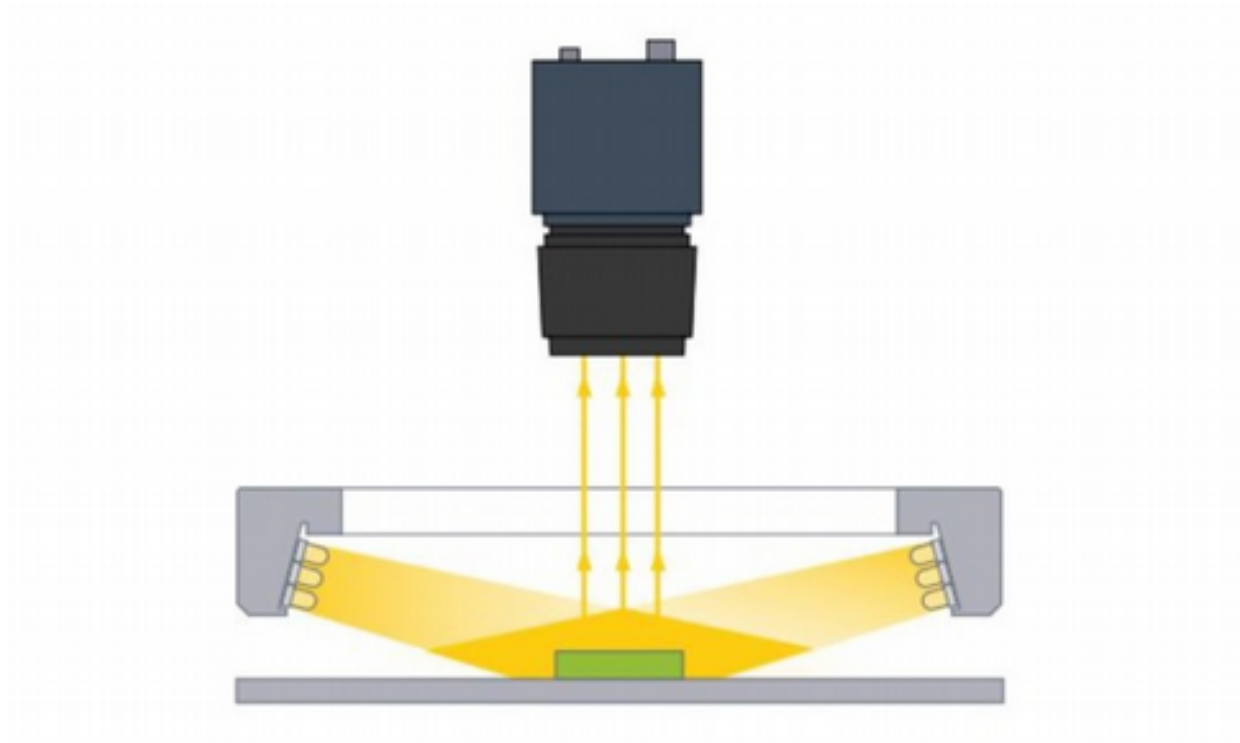
Iluminación coaxial



Iluminación difusa desde atrás

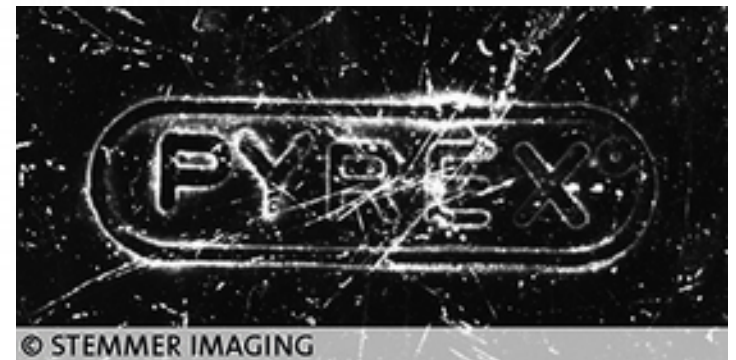
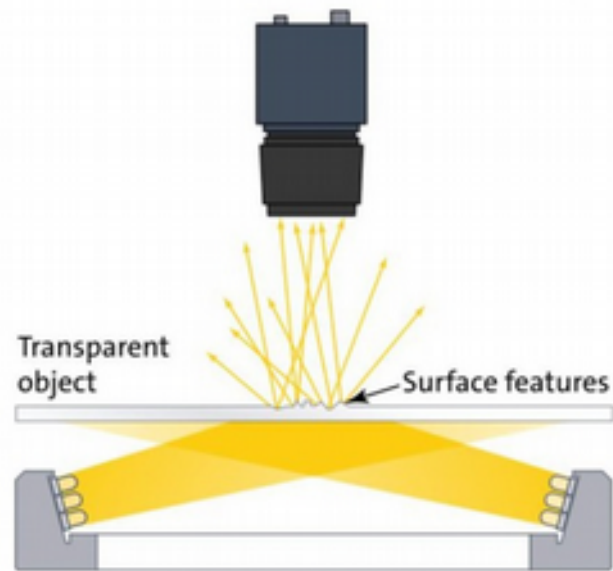


Iluminación campo oscuro

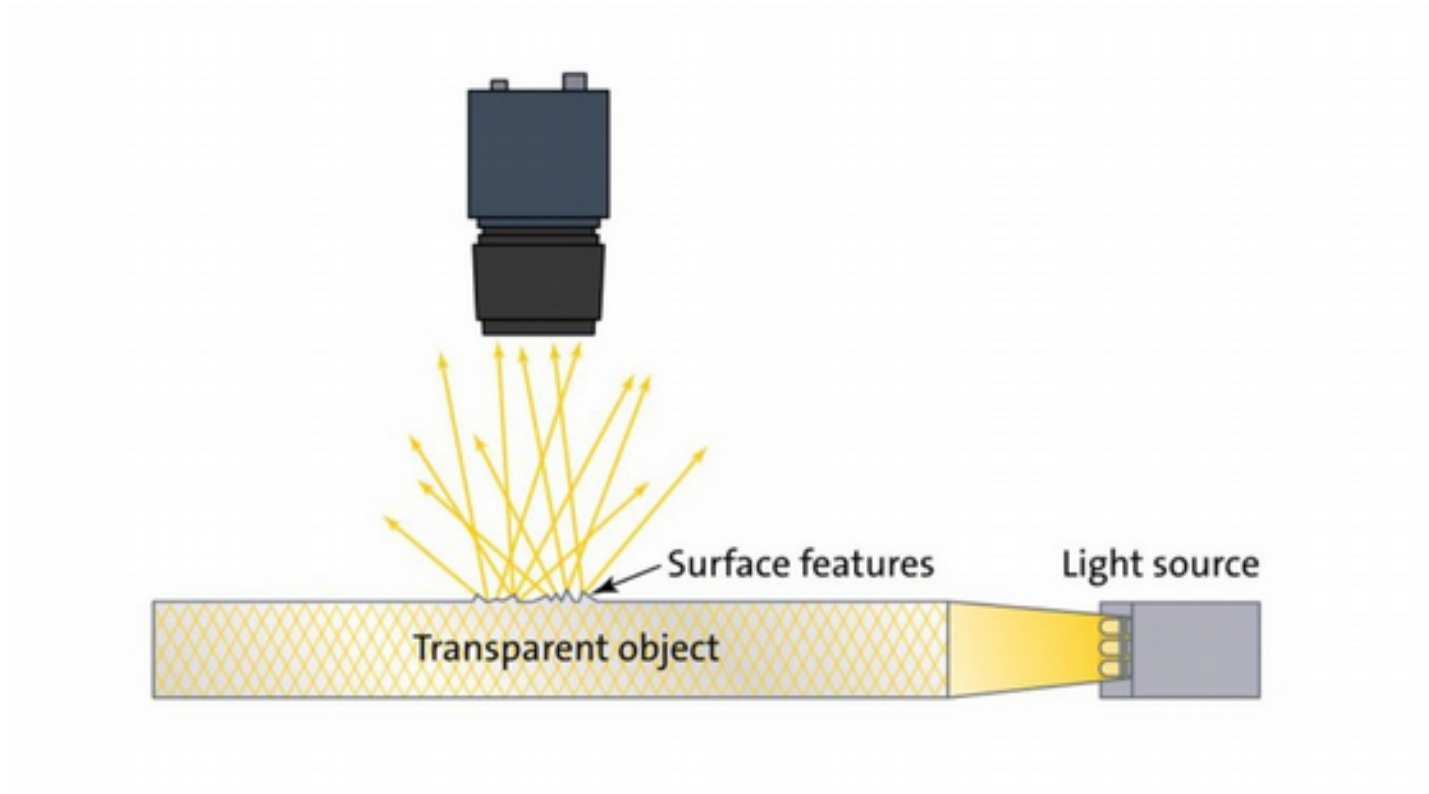


<https://www.stemmer-imaging.com/en/technical-tips/illumination-techniques/>

Iluminación de campo oscuro desde atrás



Iluminación transmisiva



Iluminación directa frontal



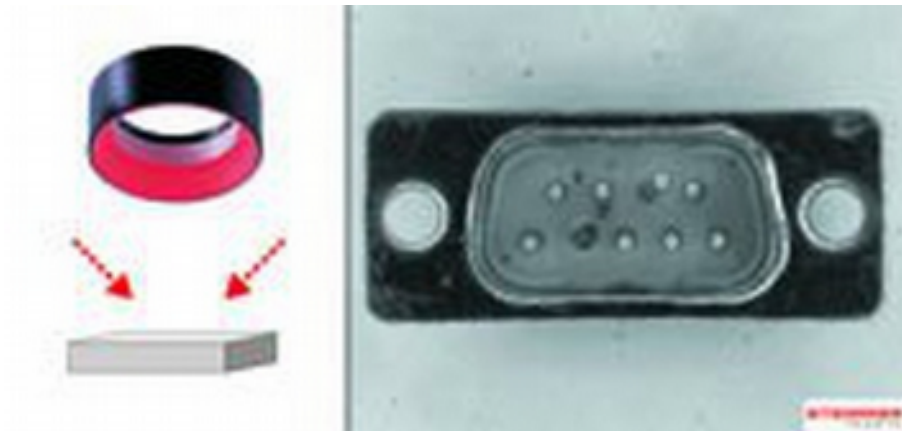
<https://www.stemmer-imaging.com/en/technical-tips/illumination-techniques/>

Iluminación difusa de campo claro

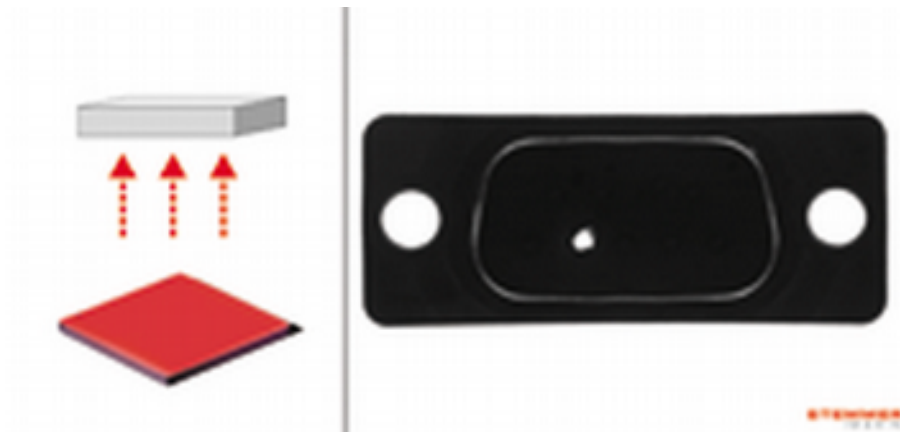


<https://www.stemmer-imaging.com/en/technical-tips/illumination-techniques/>

Iluminación difusa de campo oscuro

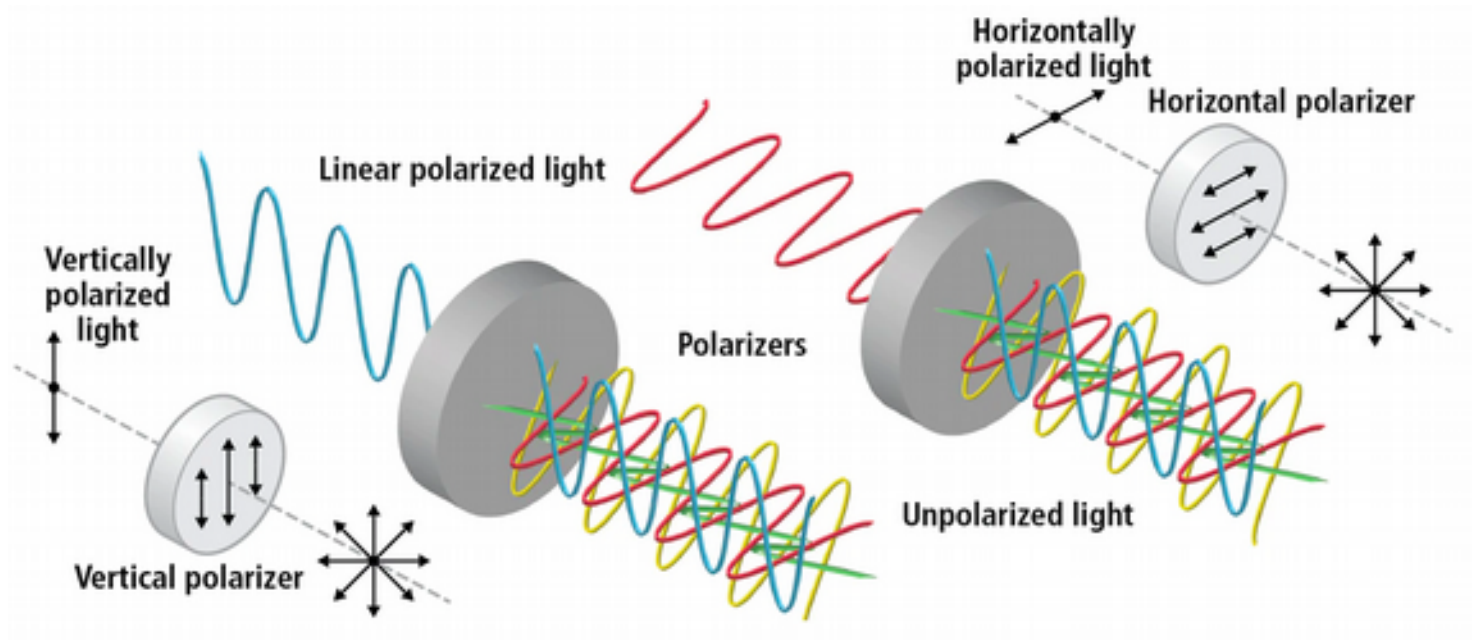


Iluminación desde atrás

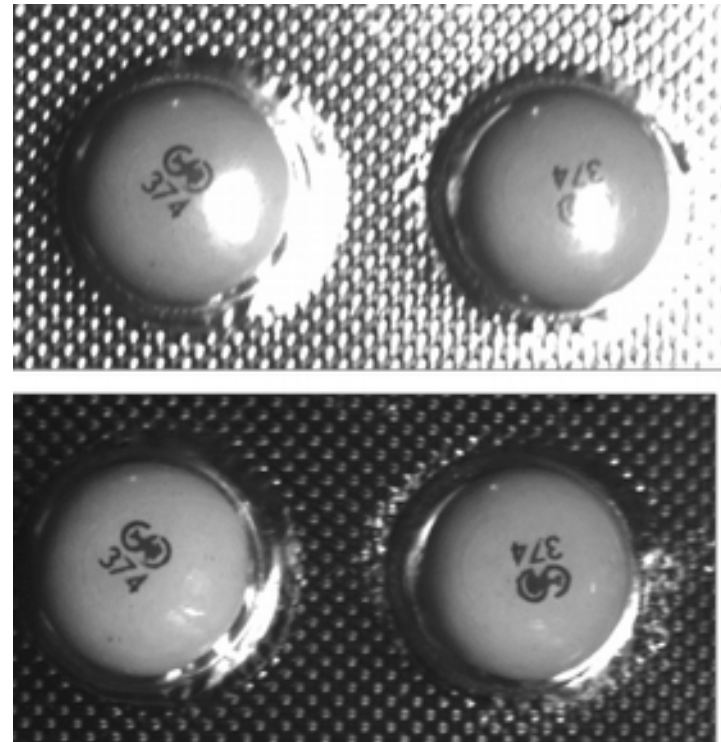
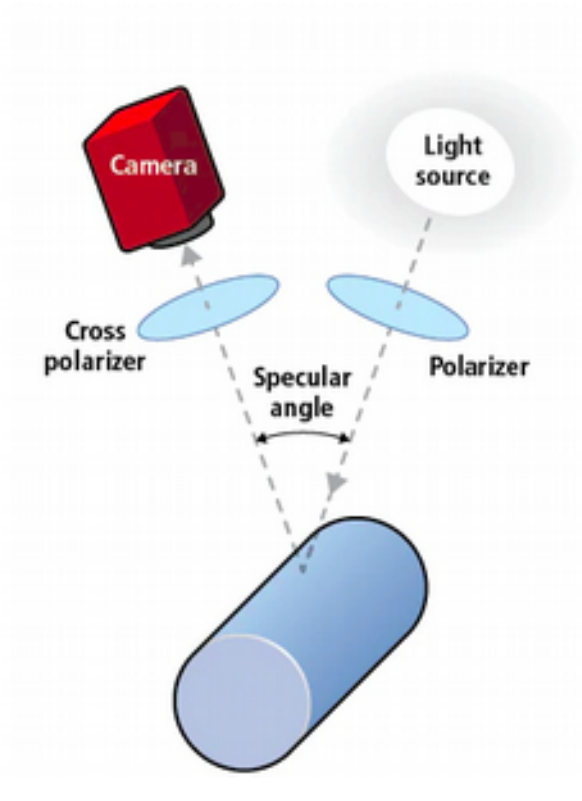


<https://www.stemmer-imaging.com/en/technical-tips/illumination-techniques/>

Luz polarizada



Uso de la polarización cruzada



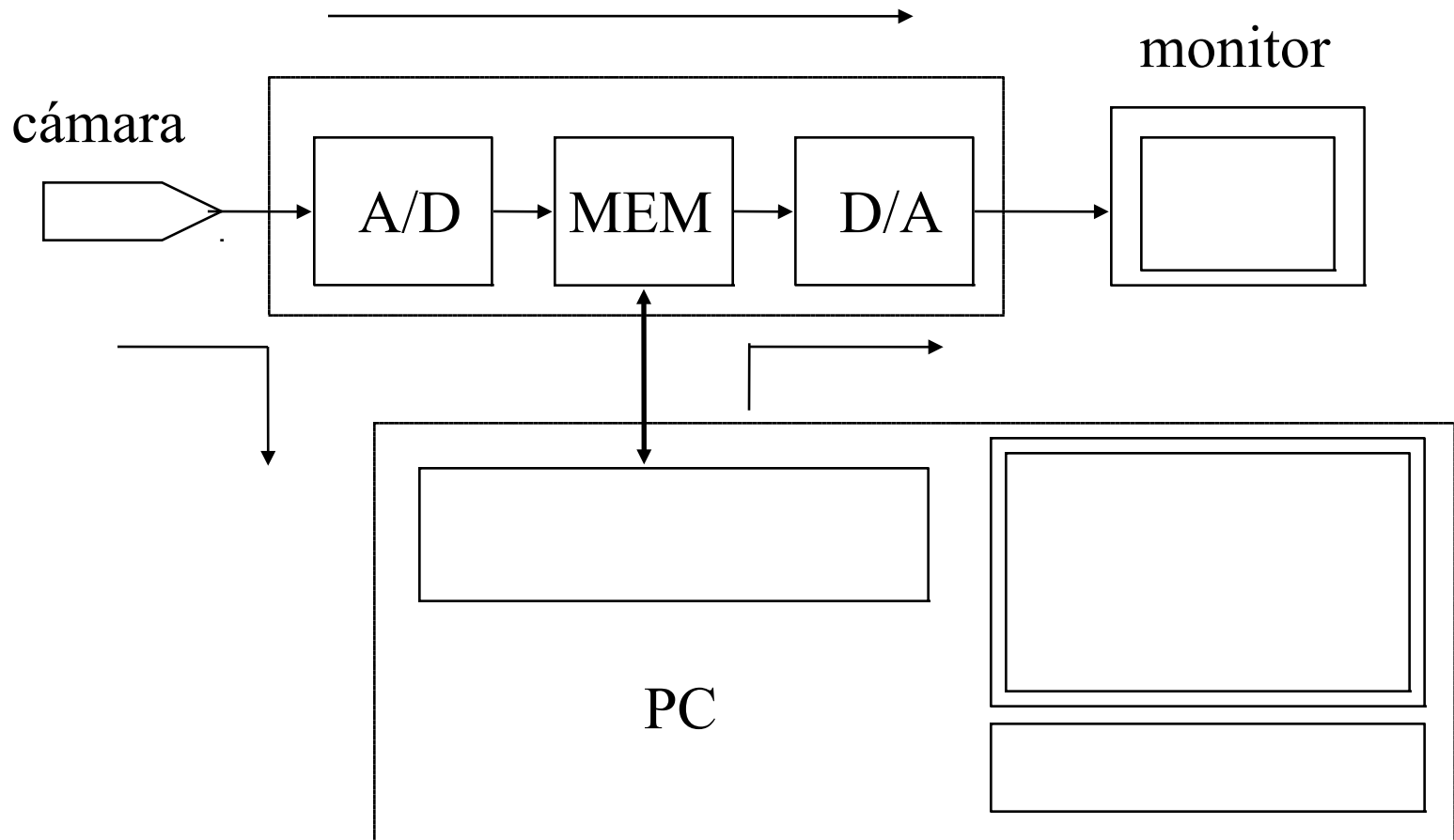
Conexión de la cámara

- Analógica, cada vez menos usada (NTSC, PAL, RGB, etc.)
- GigE Vision. Standard de bajo costo. Distancia media (> 100 m), velocidad < 110 Mb/s
- USB3 Vision. Standard de alta velocidad y bajo costo. Distancia corta (< 5 m), velocidad media (< 350 Mb/s)
- CoaxPress. Muy alta velocidad (> 2400 Mb/s) y distancia media (< 100 m). Requiere tarjeta especial.
- CameraLinkHS. Muy alta velocidad (> 2000 Mb/s) y distancia media (300 m). Requiere tarjeta especial.

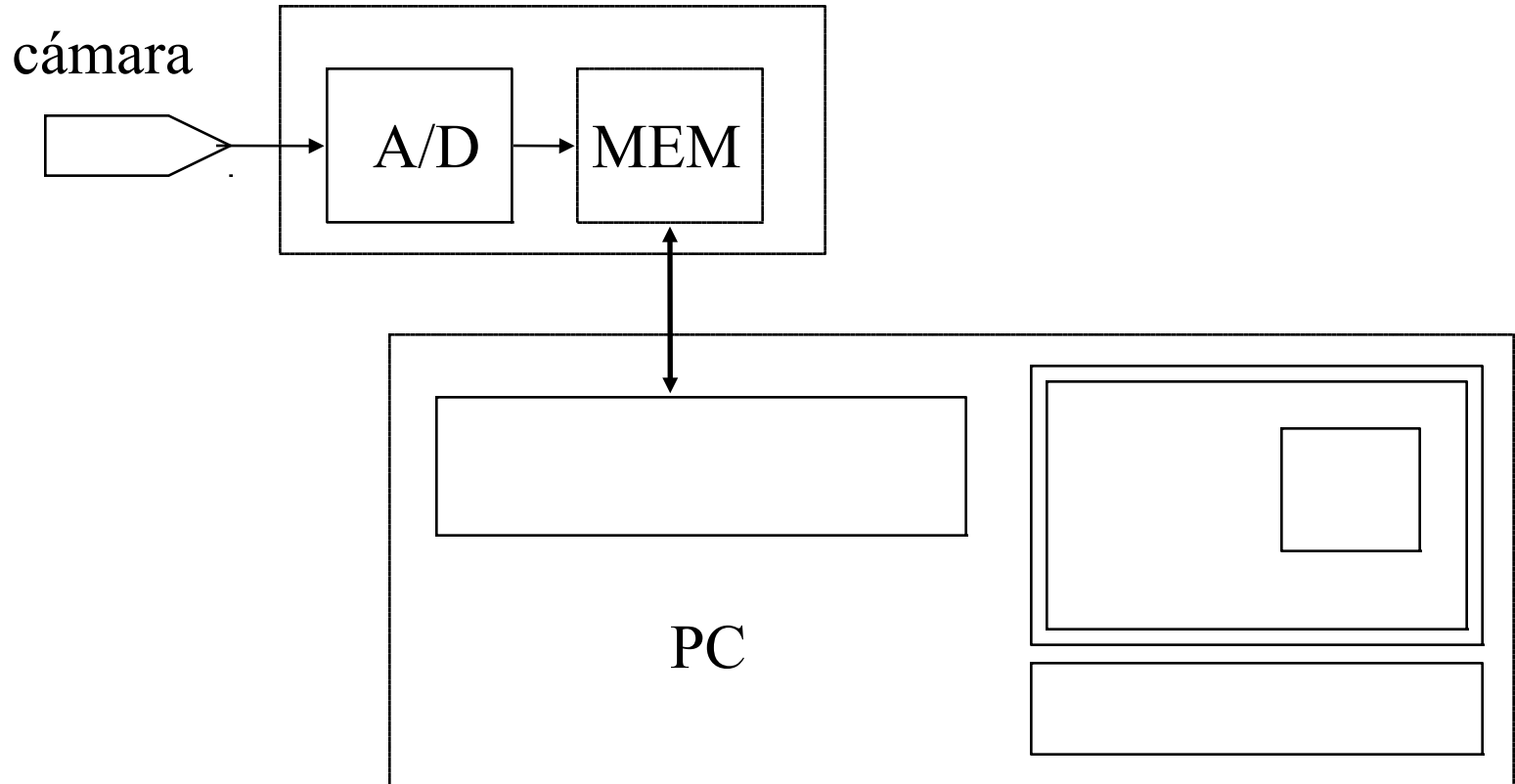
Tarjetas de adquisición

- PCI vs. ISA. Una historia del pasado... que se repite.
- Relación entre el volumen de datos y el ancho de banda para transmitirlos y tratarlos...

Solución ISA



Solución PCI



Tarjetas de adquisición

- Color o blanco y negro (cuantos canales de conversión?).
- Digitalización en N bits (8, 12, 14, 16...)
- Drivers y/o bibliotecas para qué sistema operativo: Windows, linux...

Sistemas cerrados.

- Un sistema integrado de un fabricante.
- Mercados captivos.
- Integración vertical.
- Mejoras por versiones o paquetes.
- “Know how” concentrado...

Sistemas abiertos.

- Módulos interconectados: Adquisición, tratamiento, visualización...
- Standards: archivos, conexionado, etc.
- Flexibilidad.
- Integración horizontal.
- “Know how” distribuido...

Intercambio de datos...

- Por archivo
- Memoria compartida
- Streams

DIN-PACS

- Digital information network / picture archiving and control system
- Red de intercambio de información imagenológica en medicina.

Formatos de archivos

- Adaptados a la aplicación.
 - Imagen fija vs. Secuencia.
 - Compresión.
- En general una estructura de tipo:
 - Encabezado: N Filas, N Columnas, N bit por pixels, N de cuadros, etc.
 - Datos: en bloques o raster.
 - Otras estructuras: paleta.

Formatos de archivo

- Los que contienen mapas de bits:
 - RAW, datos crudos.
 - BMP, usa una LUT
 - JPEG, comprimido con pérdidas.
 - PNG comprimido sin pérdidas, incluye transparencia.
 - MPEG comprimido, video.
- Vectoriales: puntos de control y ecuaciones, independiente de la resolución.
 - Eps, pdf

Software...

- Paquetes generales: construir aplicaciones.
- Aplicaciones específicas.
- General vs. particular.
- Automático vs. manual.

Paquetes

- ImageMagik: paquetes para abrir y escribir numerosos formatos de archivo de imágenes. Contiene algunas funciones básicas.
- Bibliotecas: conjunto de funciones llamables desde C, C++, etc.
- OpenCV, Fiji,...

Un paquete SW

- Biblioteca de funciones de procesamiento.
- Bibliotecas suplementarias: matemáticas, lectura de archivos, etc.
- GUI: despliegue, introducción de parámetros, interacción...

Un sistema de desarrollo

- Especificación del problema junto al utilizador: determinación de un conjunto de datos de prueba y especificación de los resultados esperados.
- Se debe armar una base de datos de prueba de referencia: el resultado del sistema se verifica contra esos datos.
- Conjunto suficiente y abarcativo.

Un sistema de desarrollo

- Imágenes sintéticas, modelos de ruido.
- Biblioteca de funciones.

