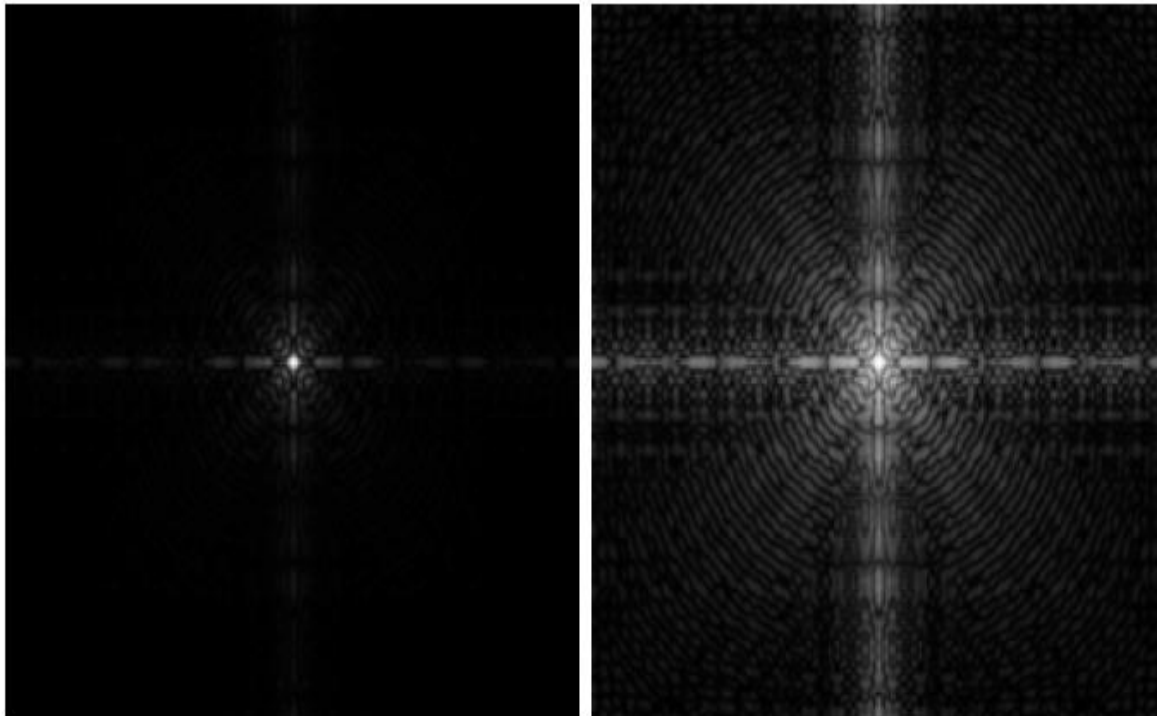


Procesamiento digital de Imágenes

Mejoramiento de imágenes en el
dominio espacial

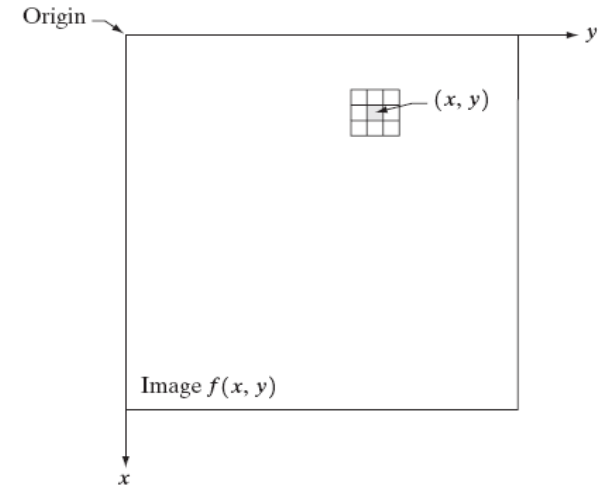


Trasformaciones

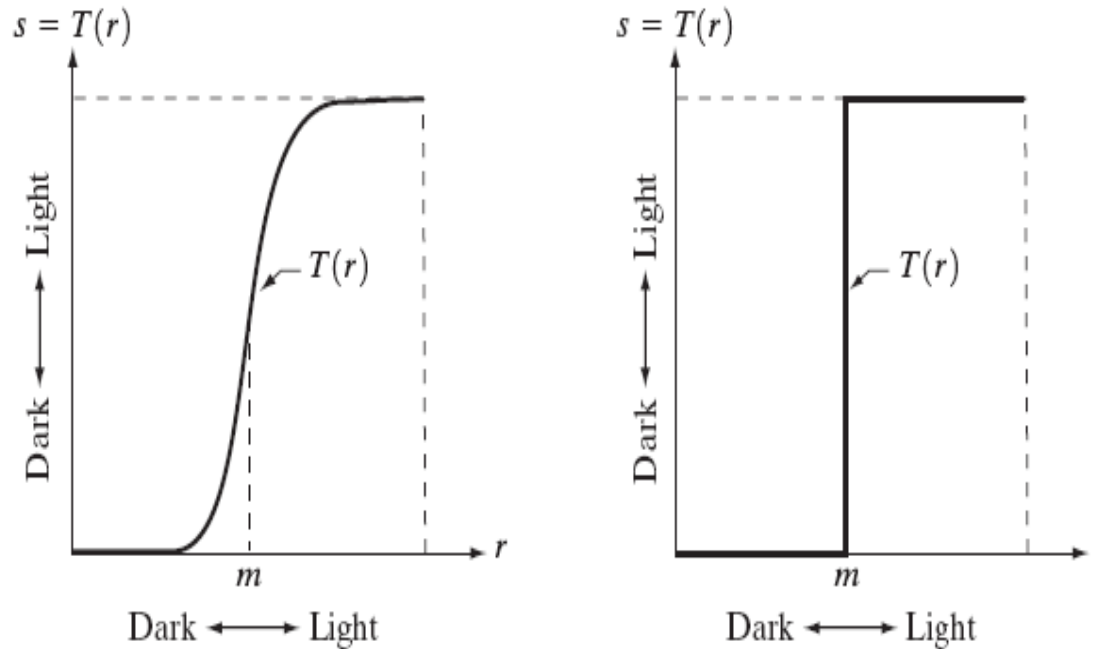
$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$

Si T actúa sobre un píxel (intensity mapping)
Donde r es el nivel de gris de $f(x, y)$ mientras que
 s el nivel de gris de $g(x, y)$ en todo punto (x, y)

$$s = T(r)$$



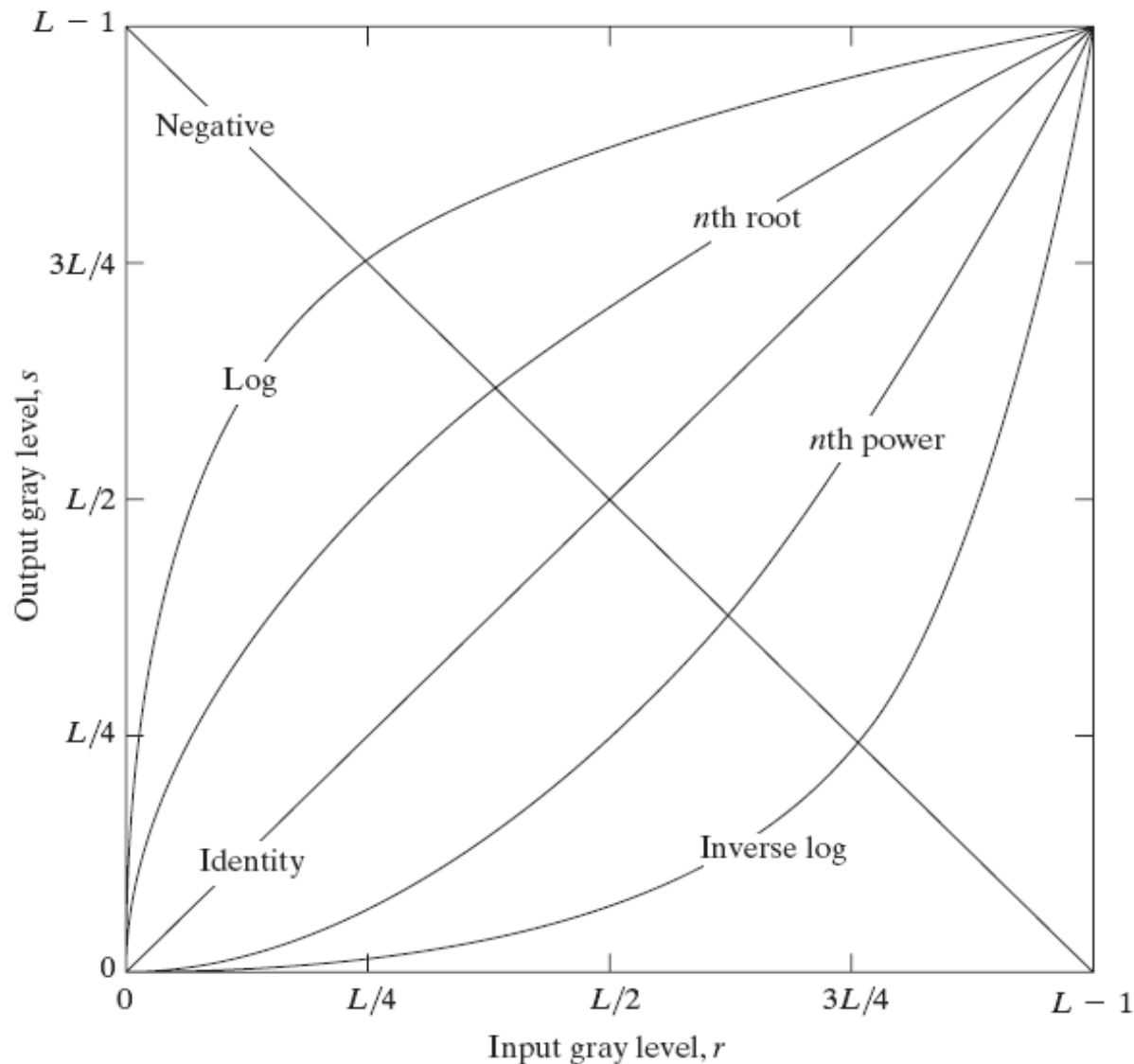
Trasformaciones



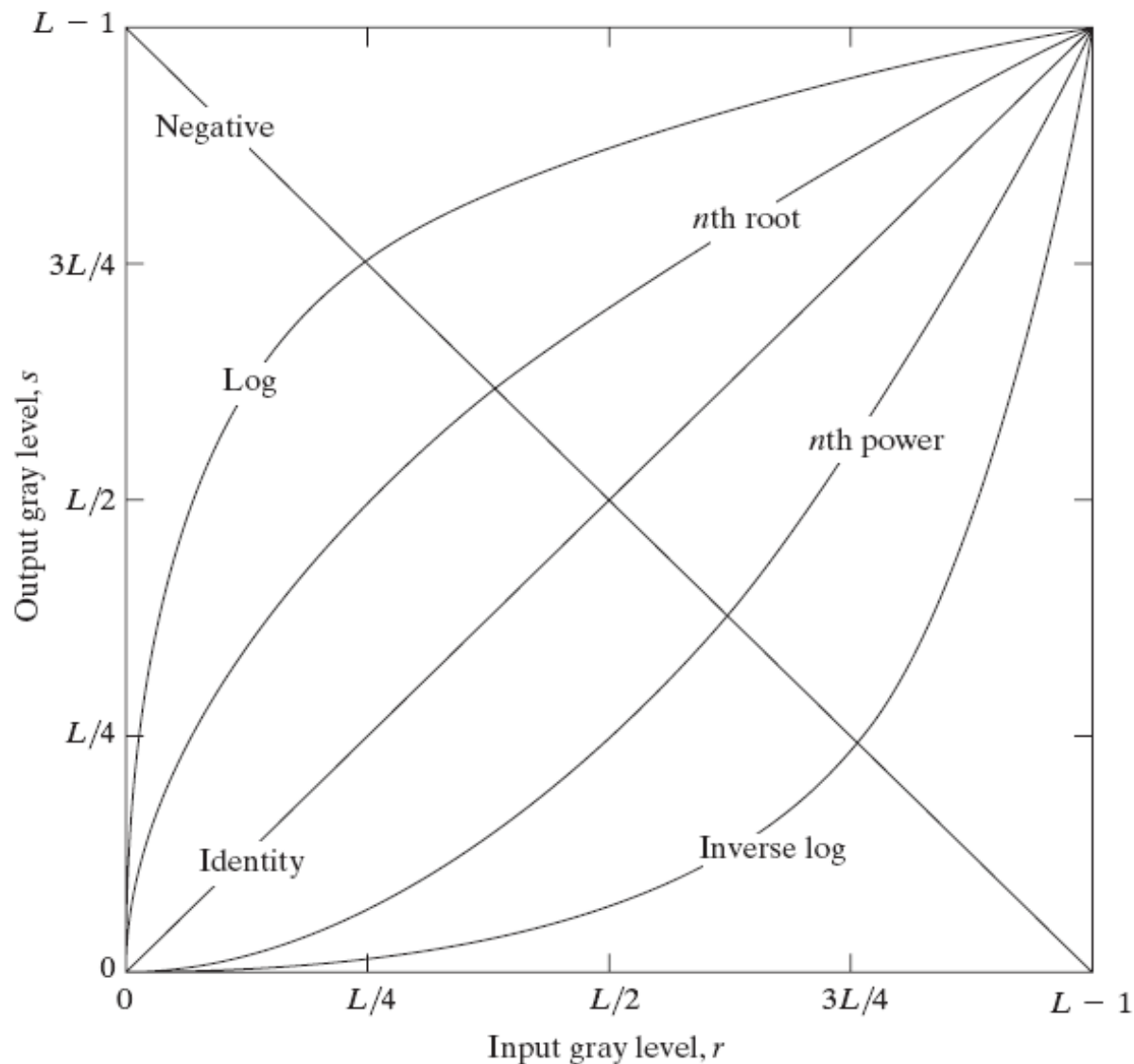
Contrast Streching

T en este caso logra un mejoramiento en el contraste (mayor contraste). Intensidades debajo de m son llevadas a un valor mas oscuro (compresión) mientras que valores de intensidad mayores a m son llevadas a un valor mas claro (expansión). En el caso limite tendremos una imagen binaria (thresholding)

Trasformaciones Básicas

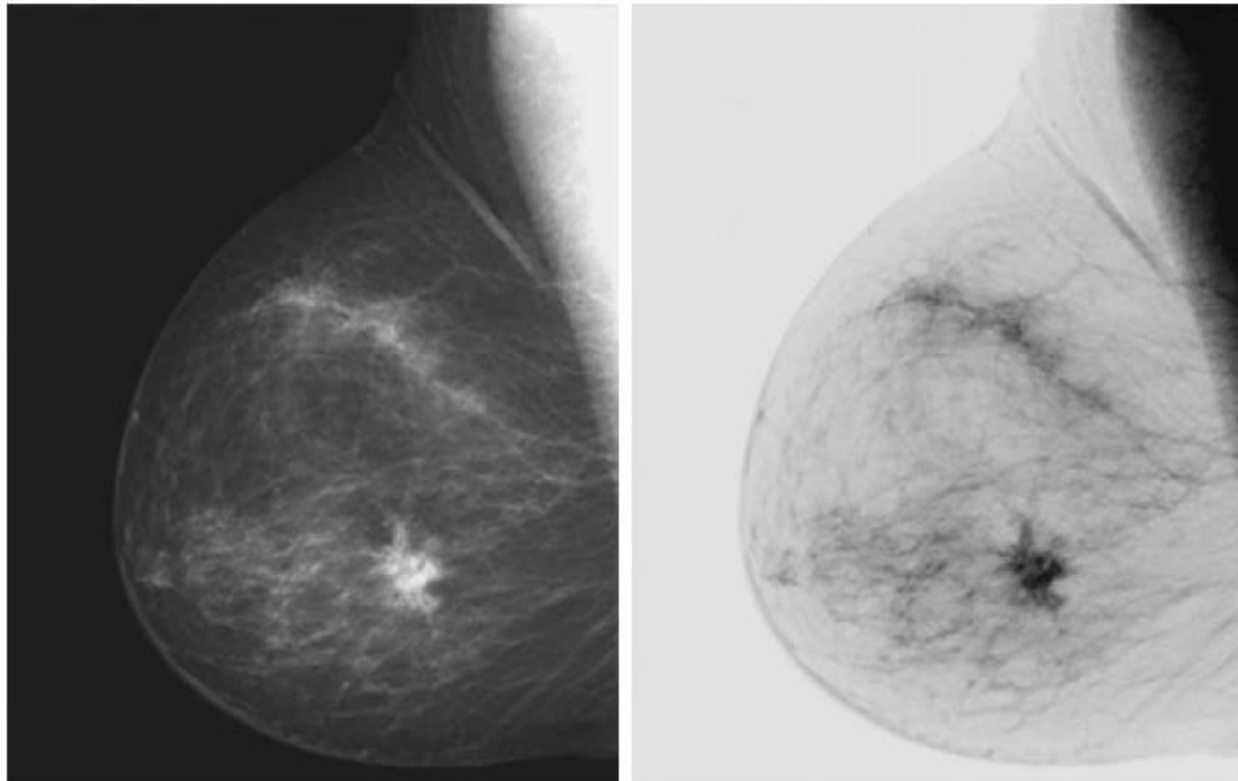


Trasformaciones Básicas



Trasformaciones Básicas

1- Negativa : $s = L - 1 - r$ Usado para mejorar detalles blancos o grises en zonas oscuras de la imagen



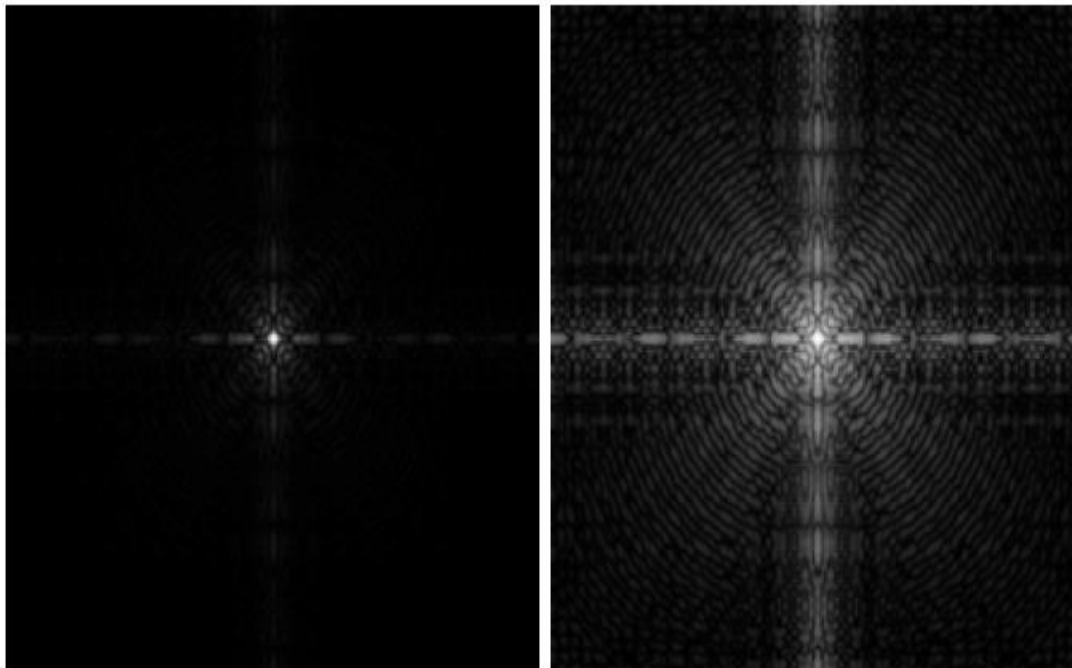
Trasformaciones Básicas

2- Transformaciones Logarítmicas : $s = c \log (1+ r)$ $r \geq 0$

Se expanden las intensidades de píxeles oscuros mientras se comprimen las intensidades mas altas. Ejemplo Espectro de una imagen

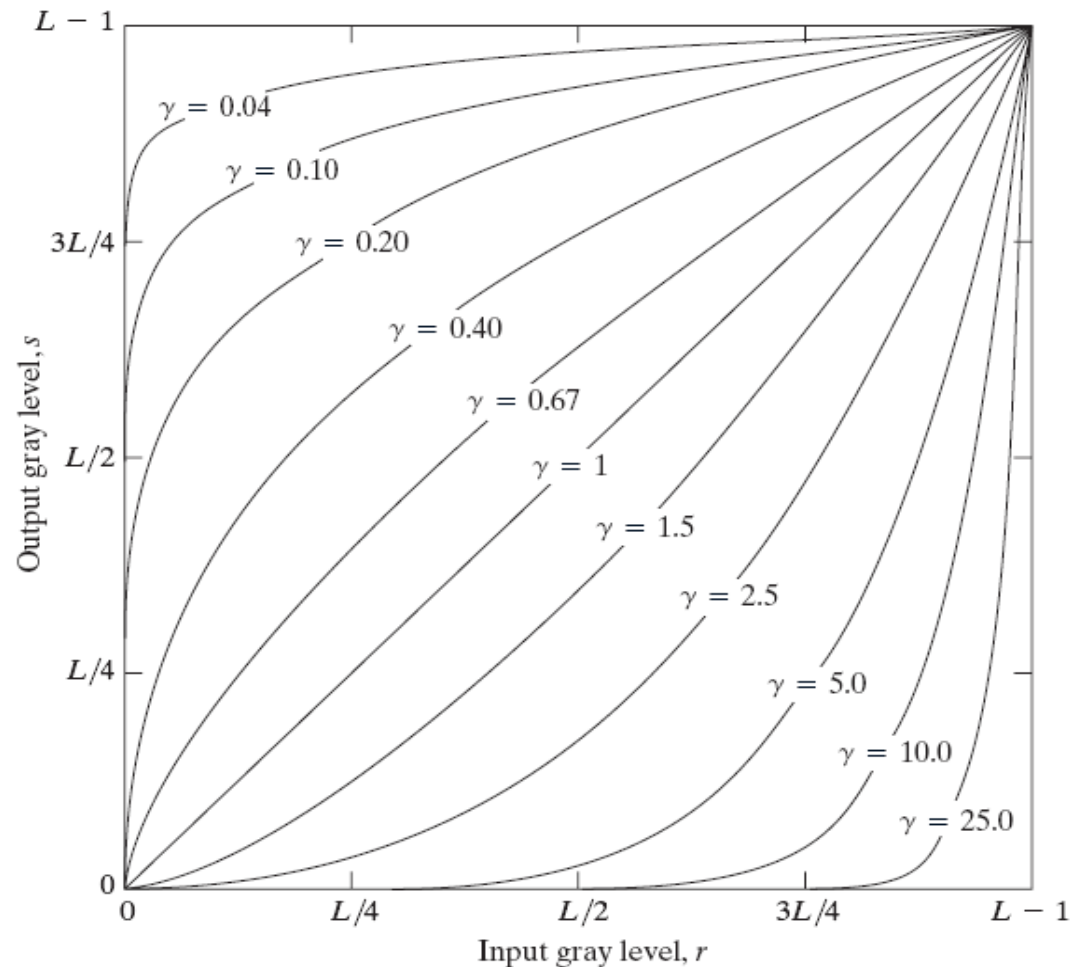
Compresión del rango dinámico (display de 8 bit $L=256$)

$0 - 1.5 \times 10^6 \rightarrow 0 - 6.2$



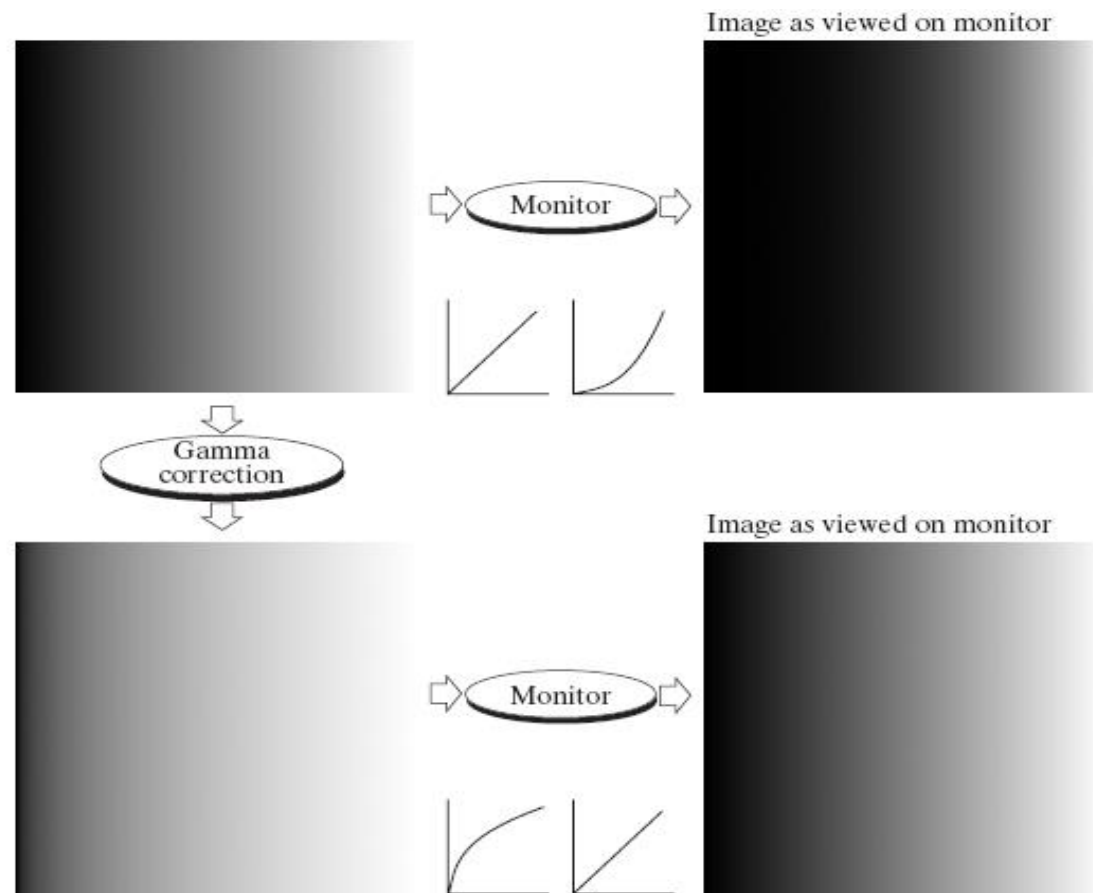
Trasformaciones Básicas

3- Transformaciones Exponenciales Logarítmicas: $s = c r^\gamma$ $c \geq 0$ $r \geq 0$



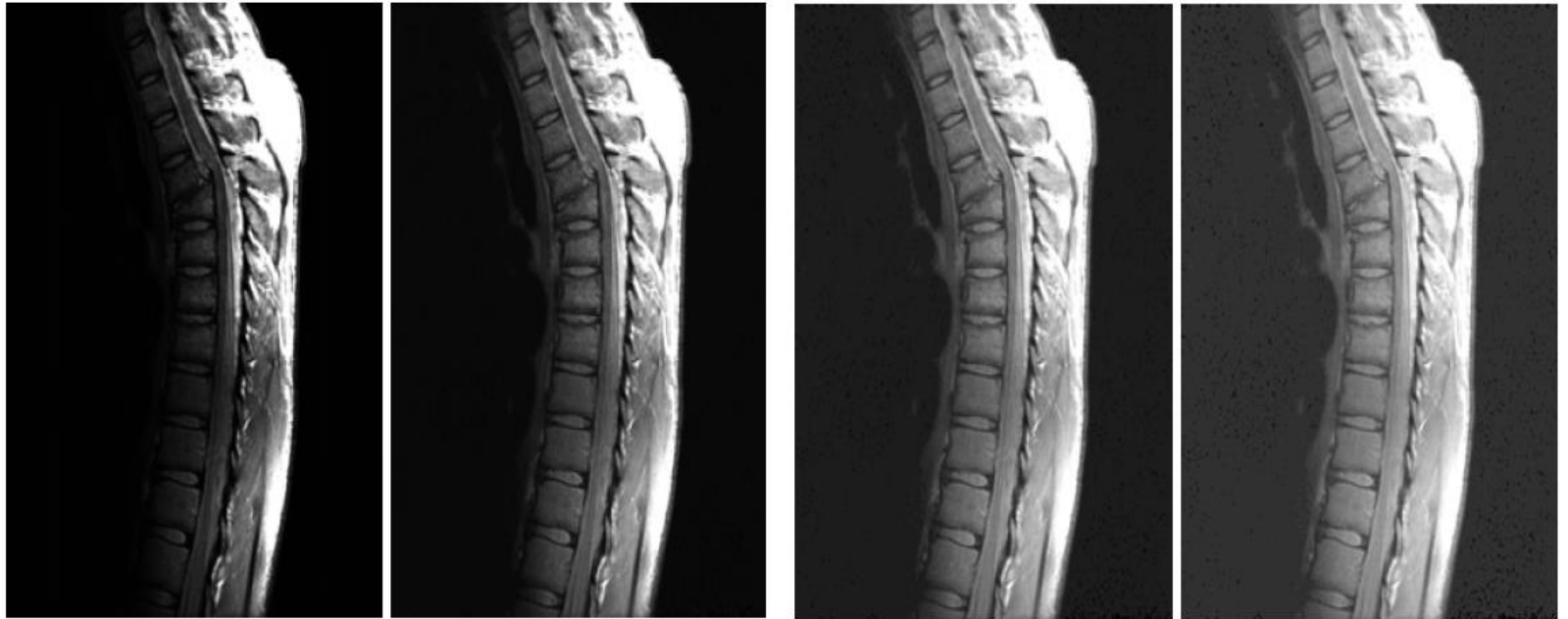
Trasformaciones Básicas

Corrección gamma en CRT



Trasformaciones Básicas

Corrección gamma en Resonancia Magnética



$$\gamma = 0.6, 0.4, 0.3$$

Trasformaciones Básicas

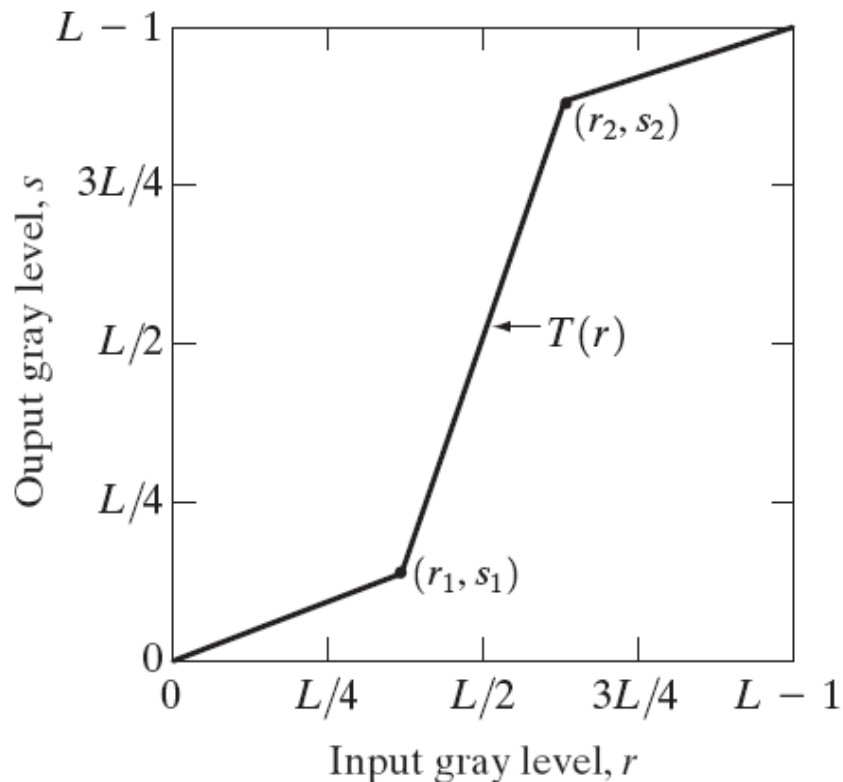
Compresión de niveles de gris



$$\gamma = 3, 4, 5$$

Trasformaciones Básicas

Transformaciones por tramos lineales



Si $r_1=s_1$ y $r_2=s_2$
La transformación es lineal.

Si $r_1=r_2$ y $s_1=0$ $s_2=L-1$
Threshold Imagen binaria.

Valores intermedios son posibles siempre
que $r_1 \leq r_2$ $s_1 \leq s_2$

Trasformaciones Básicas

Transformaciones por tramos lineales : Contrast streching

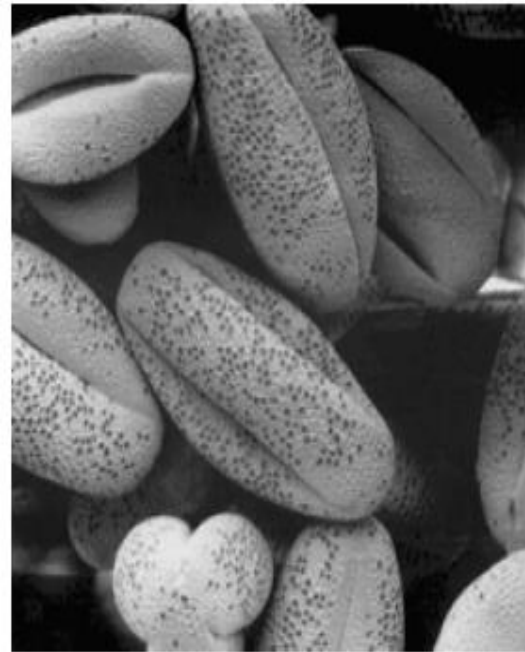
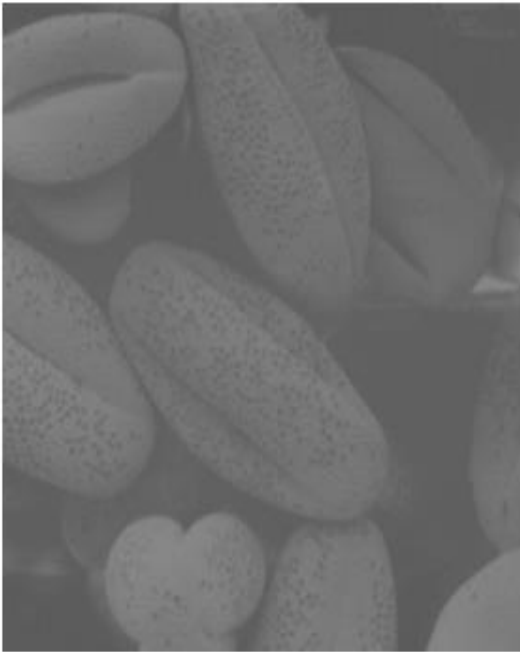


Imagen de bajo contraste 8 bit

r_{\min} r_{\max} niveles mínimos y
máximos de gris de la imagen

$$(r_1, s_1) = (r_{\min}, 0)$$

$$(r_2, s_2) = (r_{\max}, L - 1)$$

Trasformaciones Básicas

Transformaciones por tramos lineales : Contrast streching

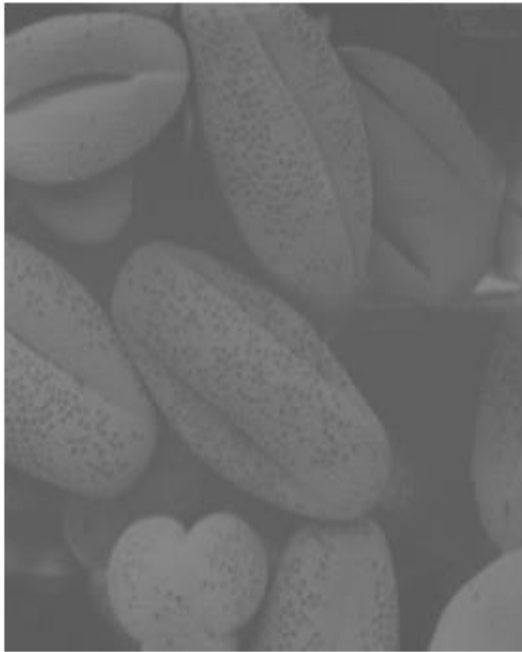
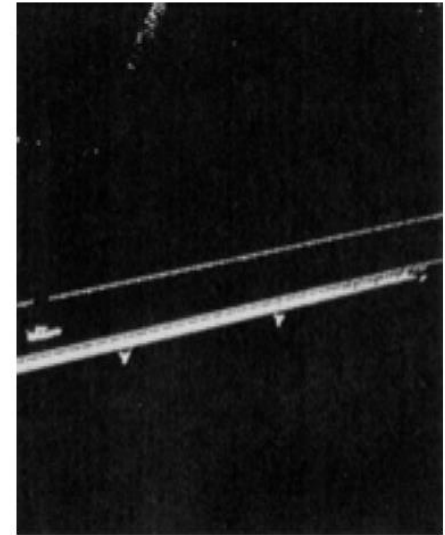
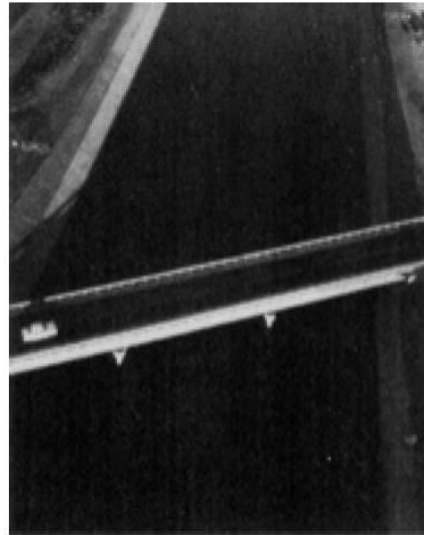
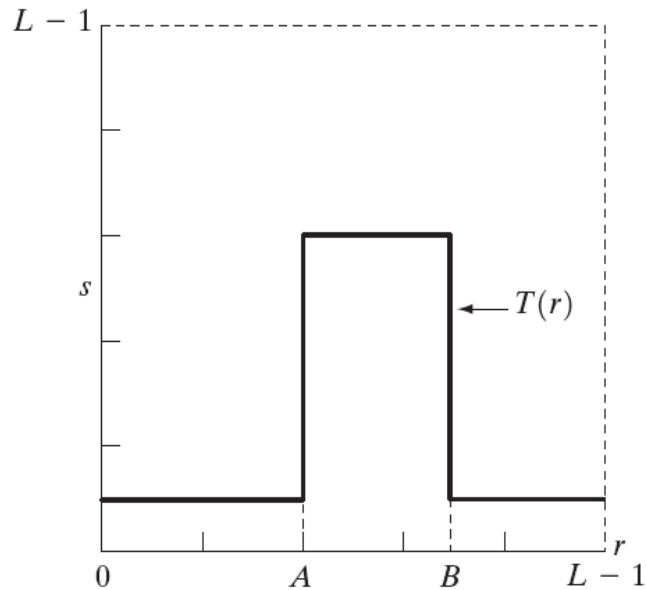


Imagen de bajo contraste 8 bit
 m es el valor medio de gris en la
imagen.

$$r_1 = r_2 = m$$

Trasformaciones Básicas

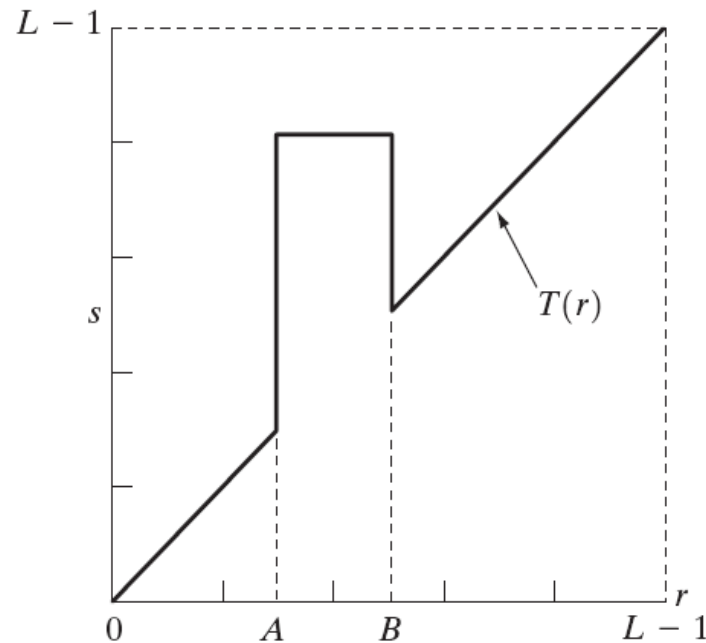
Transformaciones por tramos lineales : Gray level slicing



Refuerzo de un rango específico de niveles de gris (imagen binaria).

Trasformaciones Básicas

Transformaciones por tramos lineales : Gray level slicing

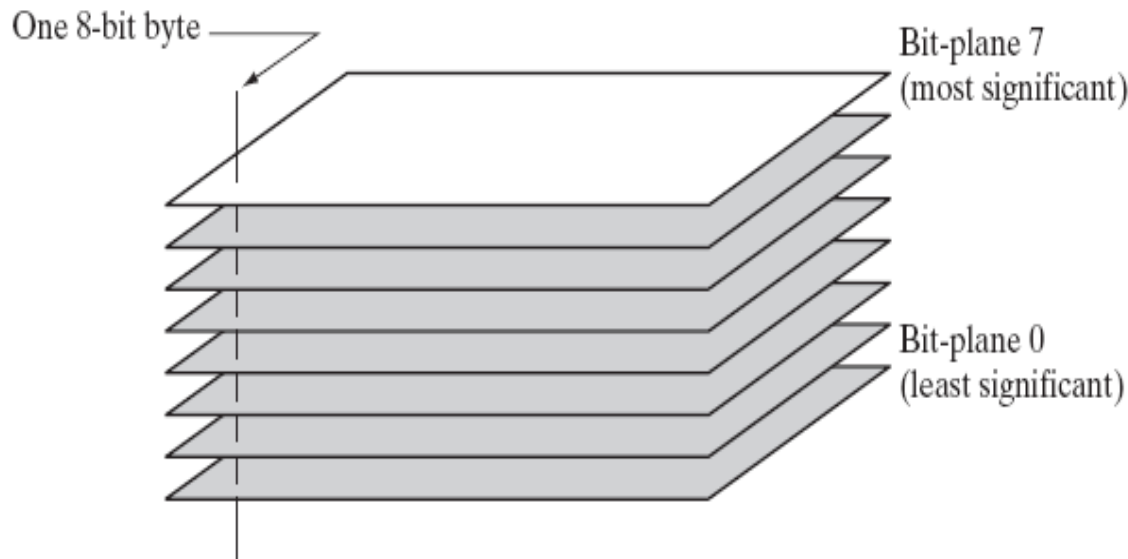


En este caso se preservan los niveles de gris de las zonas no reforzadas así como los niveles de fondo

Trasformaciones Básicas

Bit Plane slicing

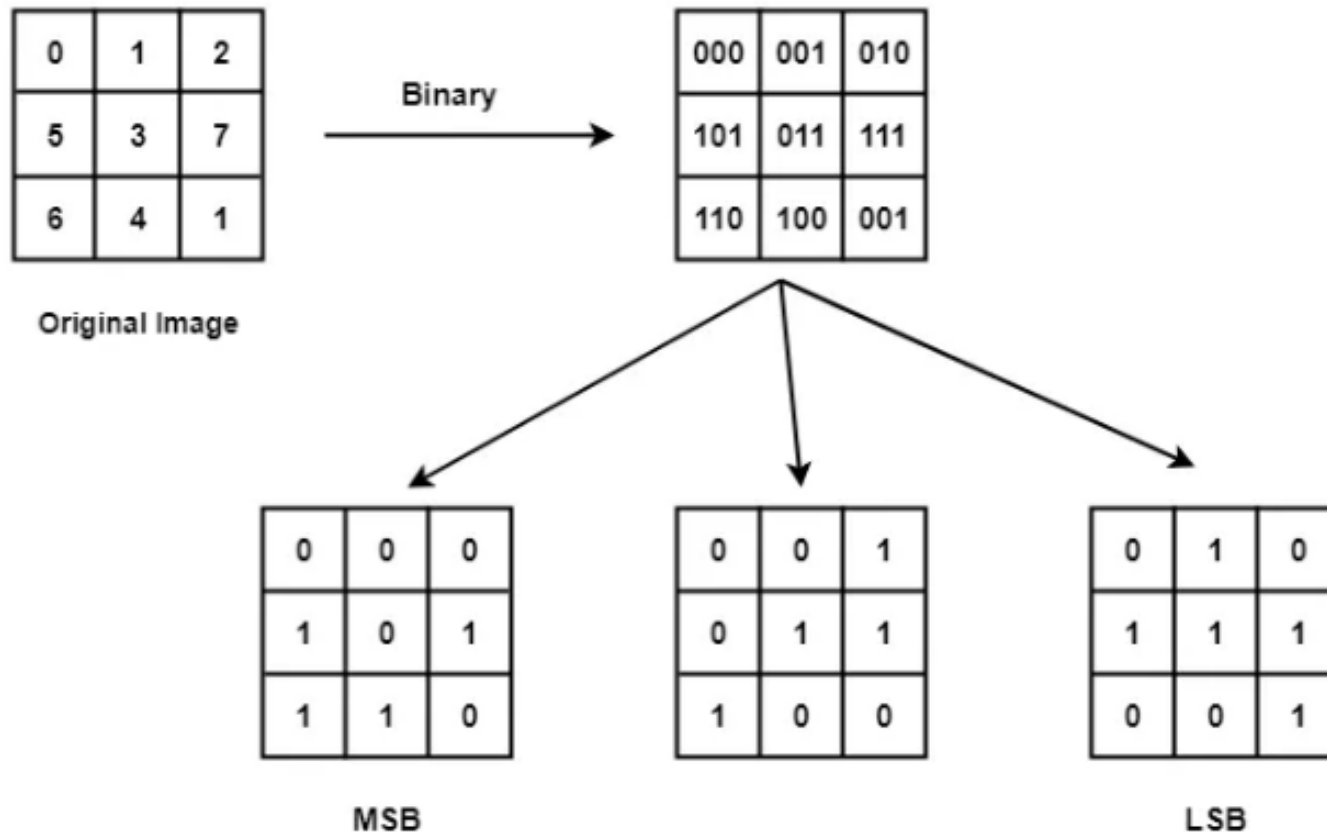
Los bits mas significativos contienen la mayor parte de la información visual



Bit Plane 7 Si B7=1 \rightarrow 255 Si B7=0 \rightarrow 0 (i.e 128-255 \rightarrow ON)
Bit Plane 6 Si B6=1 \rightarrow 255 Si B6=0 \rightarrow 0 (i.e 64 -255 \rightarrow ON)
Bit Plane 5 Si B5=1 \rightarrow 255 Si B5=0 \rightarrow 0 (i.e 32 -255 \rightarrow ON)

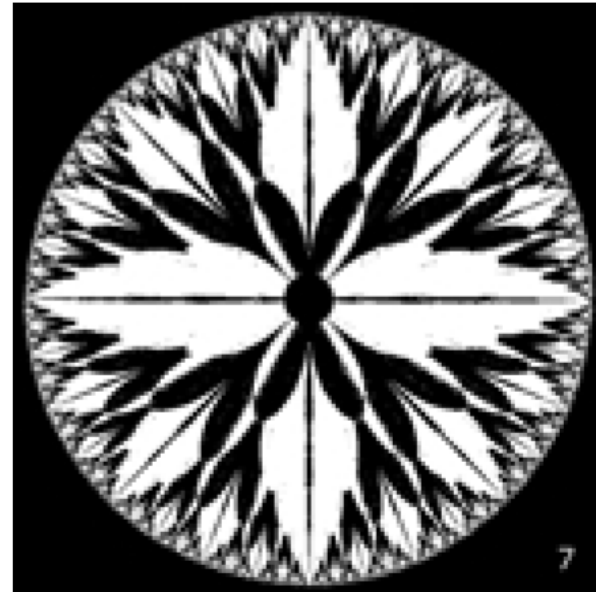
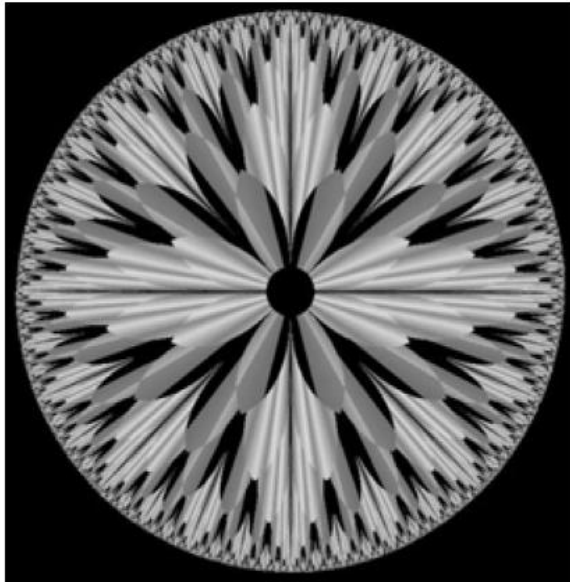
Trasformaciones Básicas

Bit Plane slicing



Trasformaciones Básicas

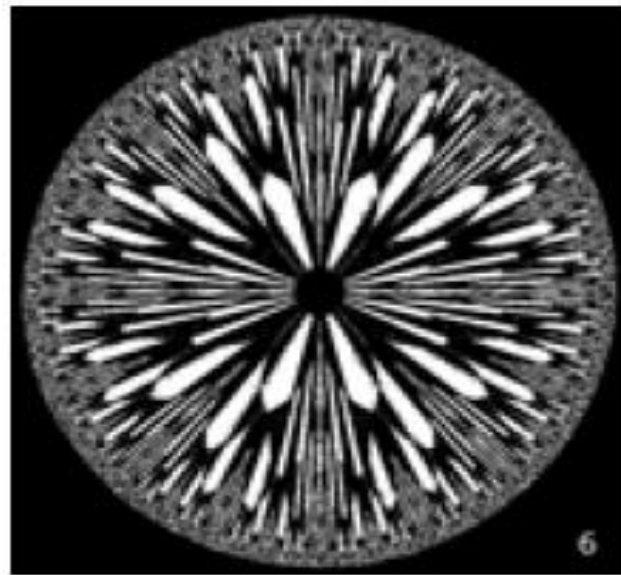
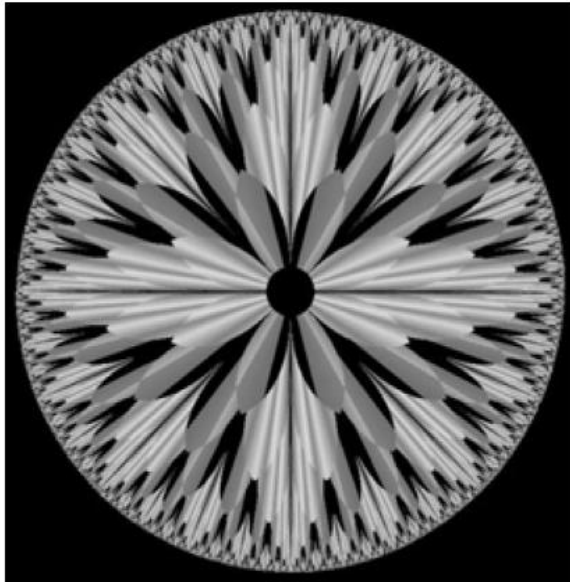
Bit Plane slicing



Bit Plane 7 0-127 → 0 y 128-255 → 255

Trasformaciones Básicas

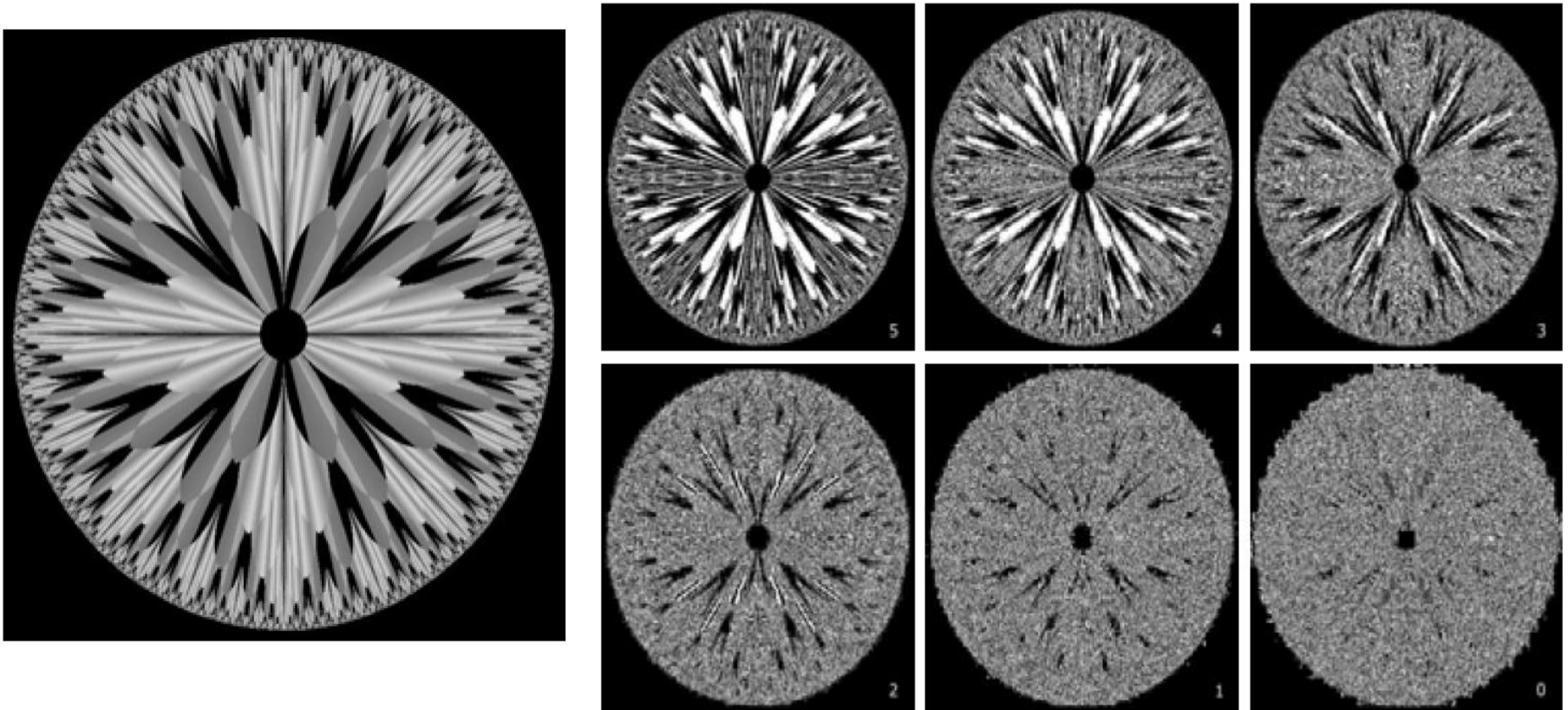
Bit Plane slicing



Bit Plane 6 0 - 63 \rightarrow 0 y 64 - 128 \rightarrow 255

Trasformaciones Básicas

Bit Plane slicing



Bit Planes 5 to 0

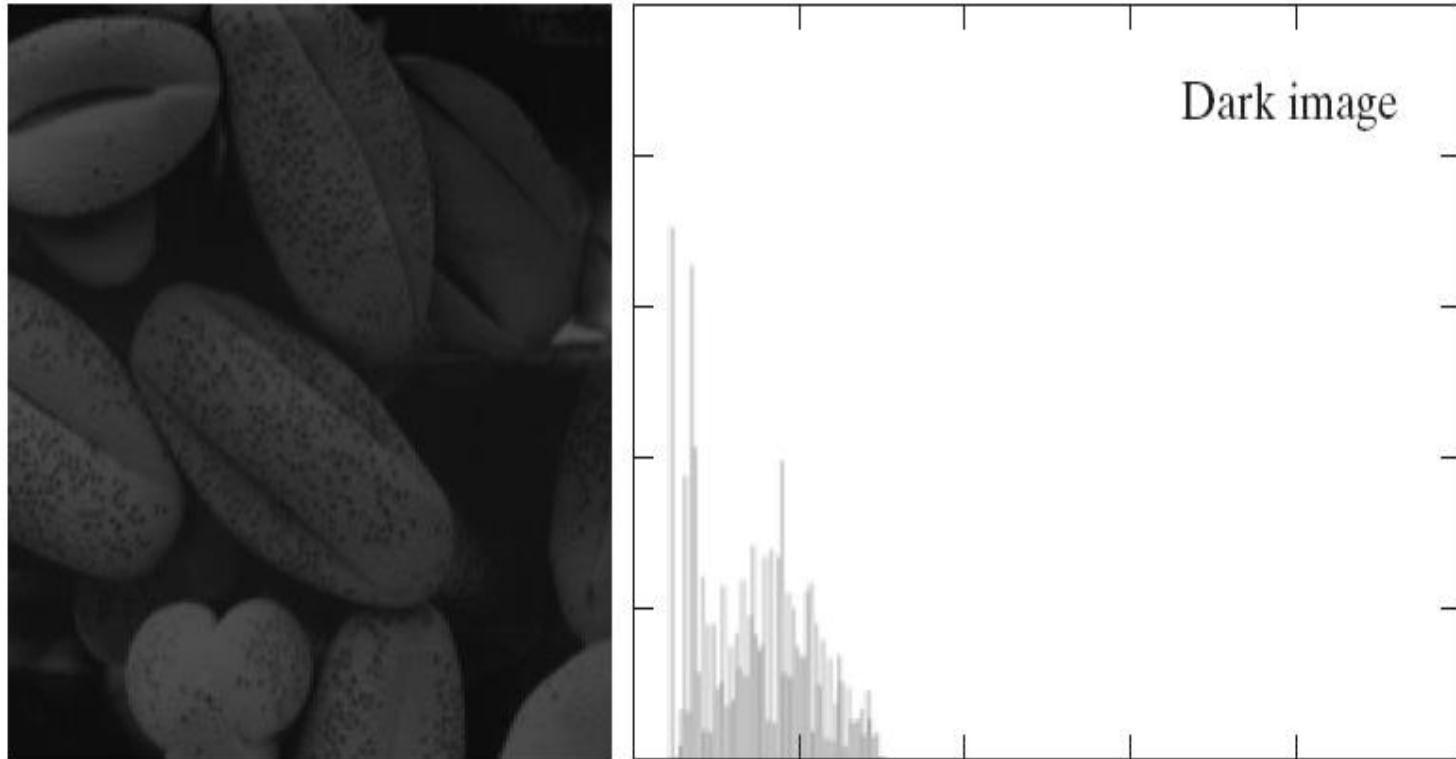
Trasformaciones Básicas

Histogramas

Un histograma es una función discreta $h(r_k)=n_k$
Siendo r_k uno de los L niveles de gris de la imagen
mientras que n_k es la cantidad de puntos de la imagen
que tienen ese valor (r_k). Es común normalizar este valor
dividiendo cada componente por el numero total de
puntos $p(r_k) = n_k/n$.

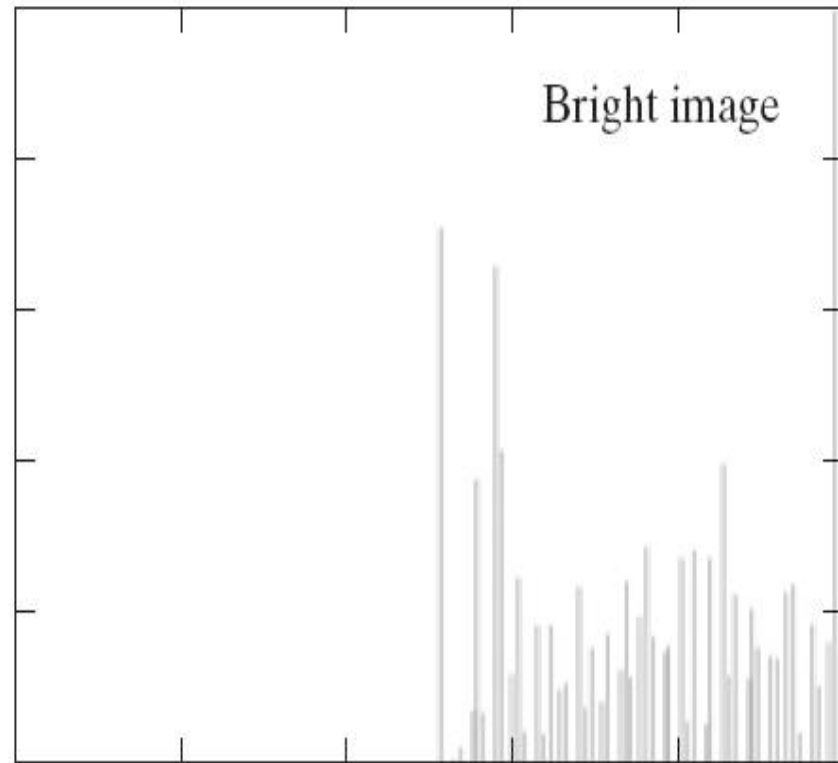
Trasformaciones Básicas

Histogramas



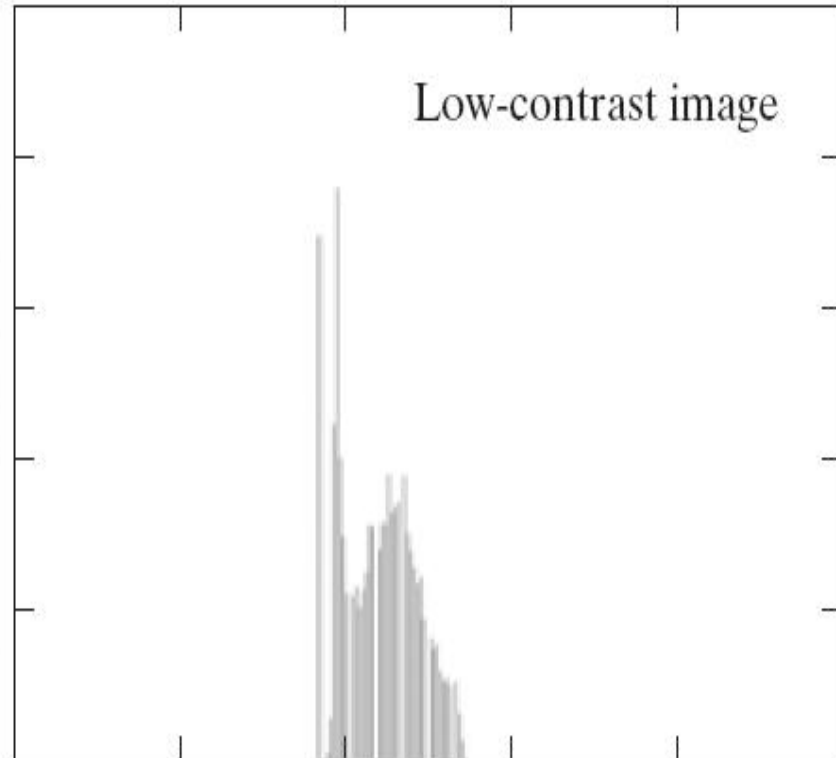
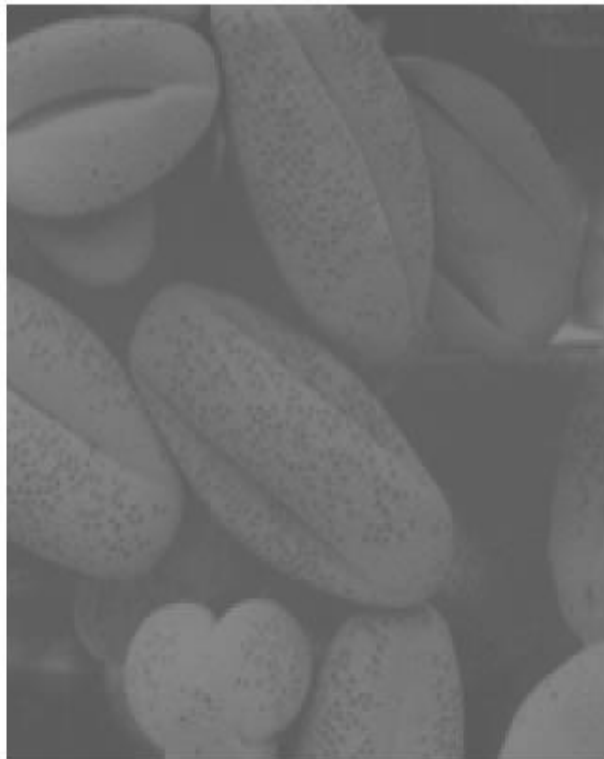
Trasformaciones Básicas

Histogramas



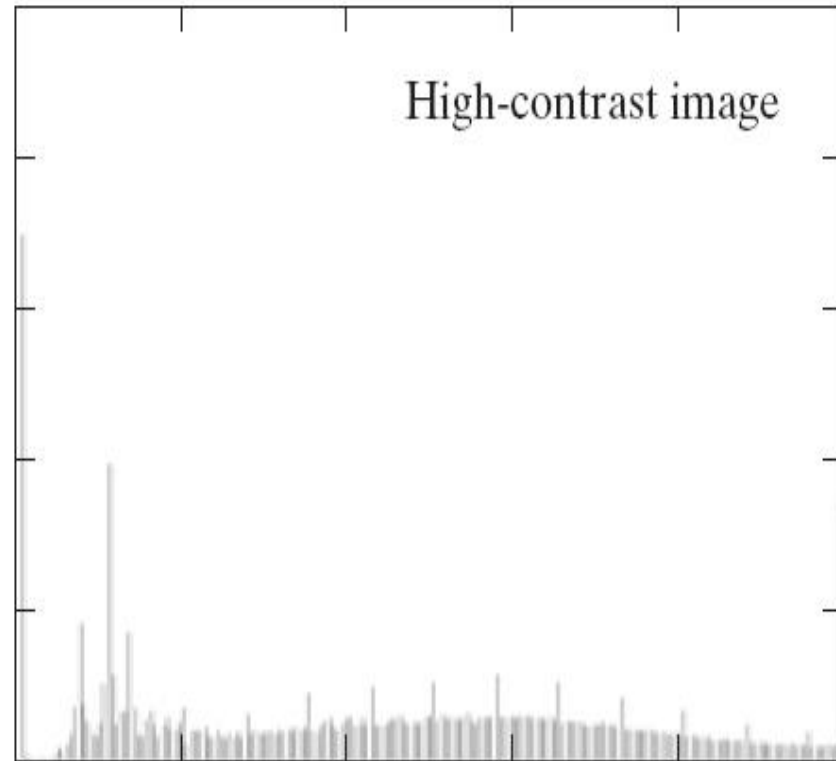
Trasformaciones Básicas

Histogramas



Trasformaciones Básicas

Histogramas



Trasformaciones Básicas

Histogramas Ecualización

Se puede definir una transformación que nos permita mejorar el contraste de una imagen.

$$s = T(r) \quad 0 \leq r \leq 1$$

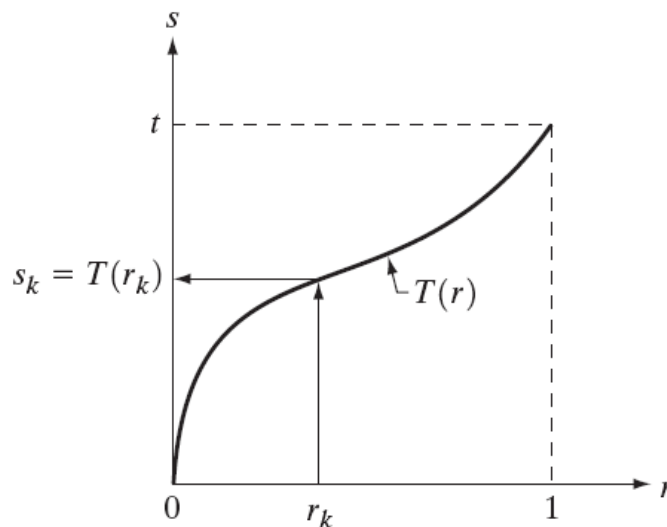
Esta transformación debe satisfacer los siguientes requisitos

-a $T(r)$ es uni-valuada y monótona creciente en el intervalo $0 \leq r \leq 1$.

-b $0 \leq T(r) \leq 1$ para $0 \leq r \leq 1$

La condición a garantiza la existencia de la función inversa $r=T^{-1}(s)$.

La condición b garantiza que los niveles de salida y entrada tienen el mismo rango.



Trasformaciones Básicas

Histogramas Ecualización

Los niveles de gris en una imagen pueden ser vistos como variables aleatorias en el intervalo $[0, 1]$. Un descriptor muy usado en variables aleatorias es la PDF. Sean $p_r(r)$ y $p_s(s)$ las PDF de las variables aleatorias r y s .

$$p_s(s) = p_r(r) \left| \frac{dr}{ds} \right|$$

La PDF de la variable transformada s queda determinada por:

- a- El nivel por el nivel de gris de la PDF de la imagen de entrada
- b- La transformación elegida.

Trasformaciones Básicas

Histogramas Ecualización

Una transformación muy usada en procesamiento de imágenes es:

$$s = T(r) = \int_0^r p_r(w) dw$$

$$\begin{aligned}\frac{ds}{dr} &= \frac{dT(r)}{dr} \\ &= \frac{d}{dr} \left[\int_0^r p_r(w) dw \right] \\ &= p_r(r).\end{aligned}$$

Trasformaciones Básicas

Histogramas Ecualización

Recordando que:

$$p_s(s) = p_r(r) \left| \frac{dr}{ds} \right|$$

Nos queda:

$$\begin{aligned} &= p_r(r) \left| \frac{1}{p_r(r)} \right| \\ &= 1 \quad 0 \leq s \leq 1. \end{aligned}$$

Resulta entonces que $p_s(s)$ tiene una distribución uniforme independiente de $p_r(r)$

Trasformaciones Básicas

Histogramas Ecualización

En el caso discreto:

$$p_r(r_k) = \frac{n_k}{n} \quad k = 0, 1, 2, \dots, L - 1$$

Nos queda:

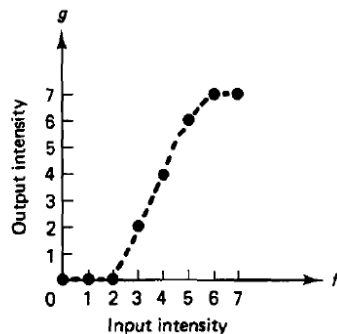
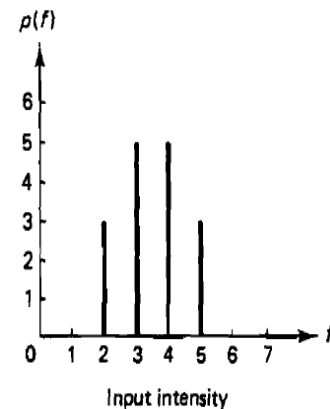
$$s_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^k p_r(r_j)$$
$$= \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n} \quad k = 0, 1, 2, \dots, L - 1.$$

Resulta entonces que la imagen procesada se obtiene mapeando cada píxel de nivel r_k en la imagen de entrada en el píxel correspondiente con nivel s_k en la imagen de salida. Recordando que la representación grafica de $p_r(r_k)$ en función r_k es el histograma de la imagen resulta que s_k se conoce como ecualización del histograma

Trasformaciones Básicas

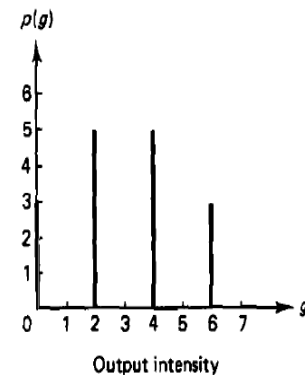
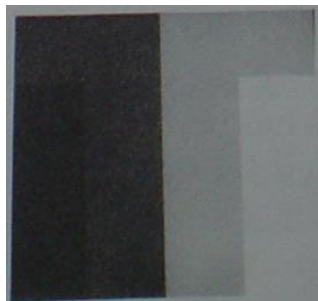
Histogramas Ecualización

3	3	4	4
2	3	4	5
2	3	4	5
2	3	4	5



f	g
0	0
1	0
2	0
3	2
4	4
5	6
6	7
7	7

2	2	4	4
0	2	4	6
0	2	4	6
0	2	4	6

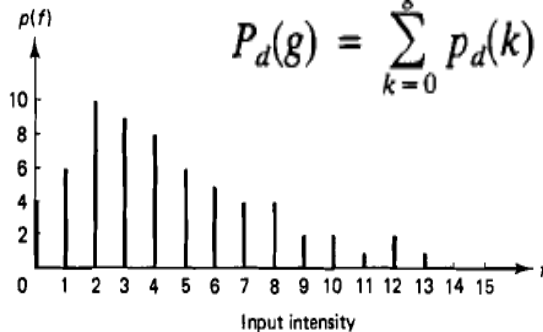


Trasformaciones Básicas

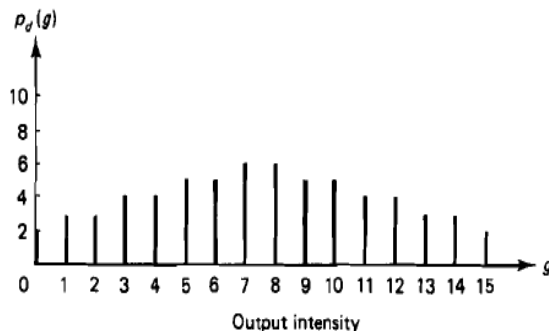
Histogramas Ecualización

$$P(f) = \sum_{k=0}^f p(k) = P(f-1) + p(f)$$

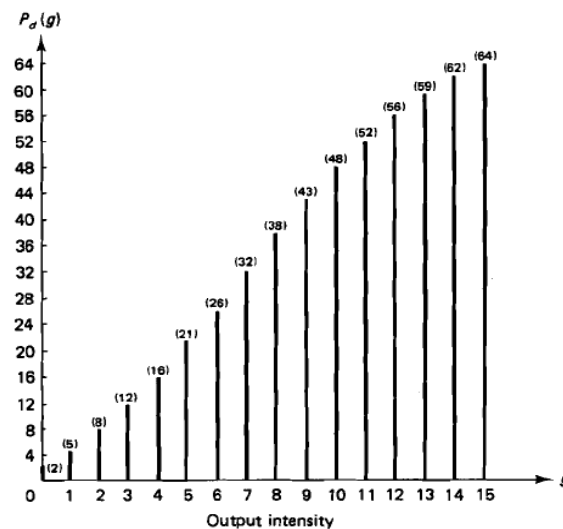
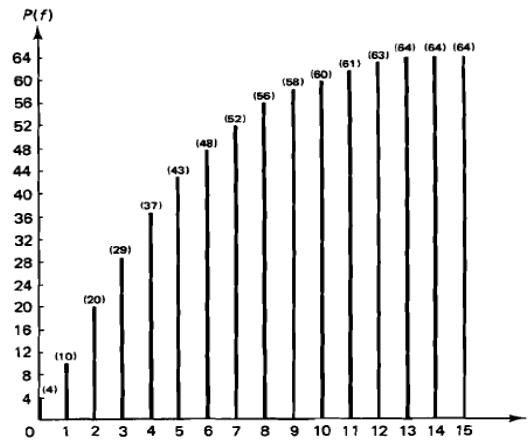
$$P_d(g) = \sum_{k=0}^g p_d(k) = P_d(g-1) + p_d(g).$$



(a)



(b)



(d)

Trasformaciones Básicas

Histogramas Ecualización

Matlab Tools

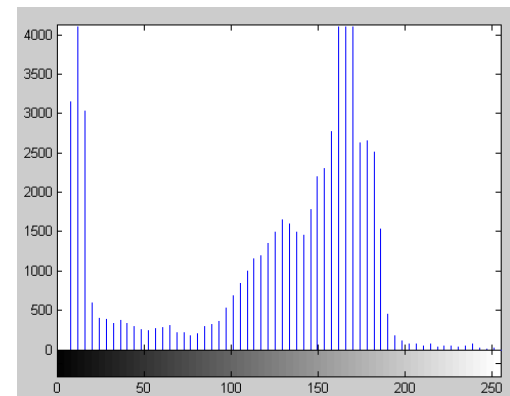
`IMHIST(I,N)`

Muestra un histograma con N bins para la imagen I agregando una barra con la escala de gris de largo N Si la imagen es binaria N=2

```
I = imread('cameraman.tif');
```

```
imshow(I)
```

```
figure, imhist(I,64)
```



Trasformaciones Básicas

Histogramas Ecualización

Matlab Tools

$J = \text{IMADJUST}(I)$

Mapea la imagen de entrada de manera que el 1% de los datos estén saturados en intensidades bajas y altas.
Incrementando el contraste

