



Transformaciones de los Niveles de Gris

Operaciones aritméticas

Operaciones lógicas

Transformación mediante una función de transferencia

El histograma: ecualización y otras aplicaciones



ugr

Universidad
de Granada





Operaciones aritméticas

Suma, Resta, Multiplicación



Algunas de las más habituales son:

Operaciones de una imagen con un escalar:

Suma y resta



$$+ \ N =$$



$$- \ N =$$



Producto y división



$$\times \ N =$$



$$/ \ N =$$



Operaciones de una imagen con otra imagen:

Suma



$$+ \ \ \ \ =$$



Resta



$$- \ \ \ \ =$$



Promediado de varias imágenes:



4

=





Suma de una imagen con un escalar



Original



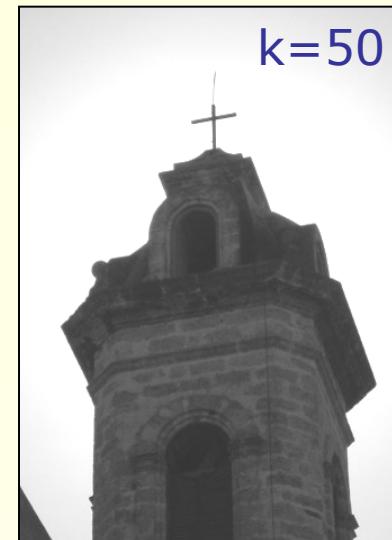
$$I'(x, y) = k + I(x, y)$$

Si $I'(x,y)$ es mayor que 255 se trunca a 255.
Si $I'(x,y)$ es menor que 0 se trunca a 0.

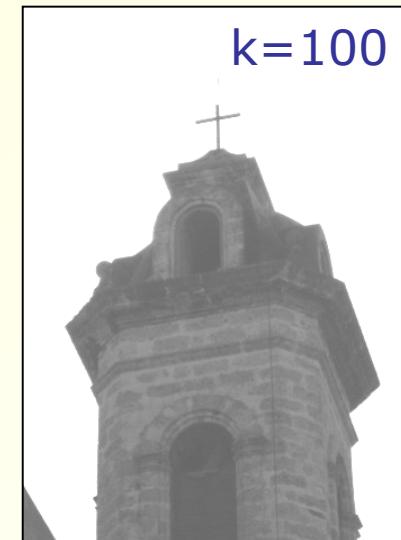
$k=-50$



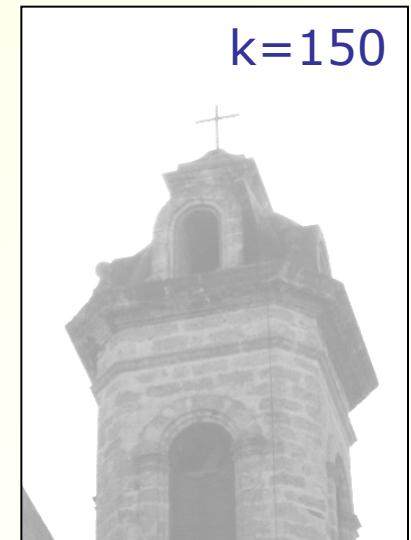
$k=50$



$k=100$

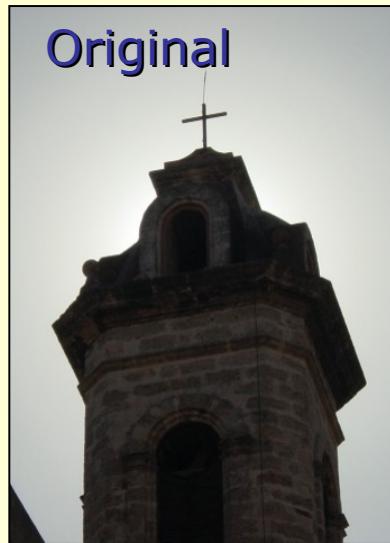


$k=150$





Producto de una imagen por un escalar



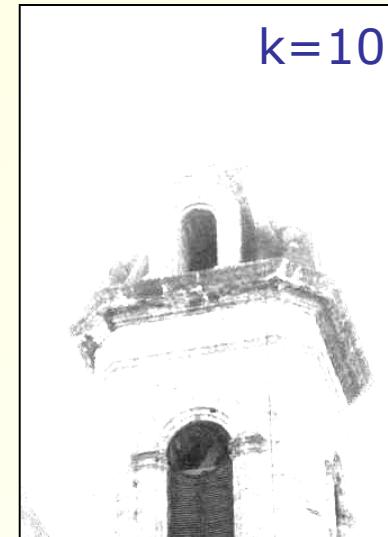
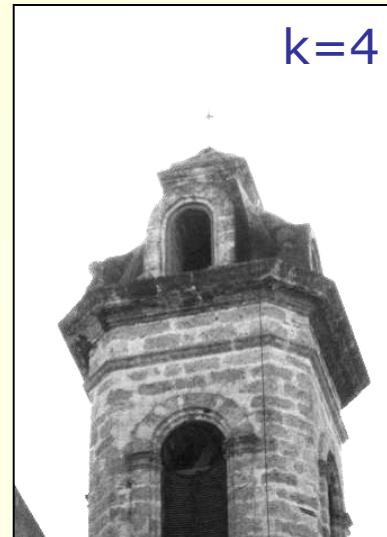
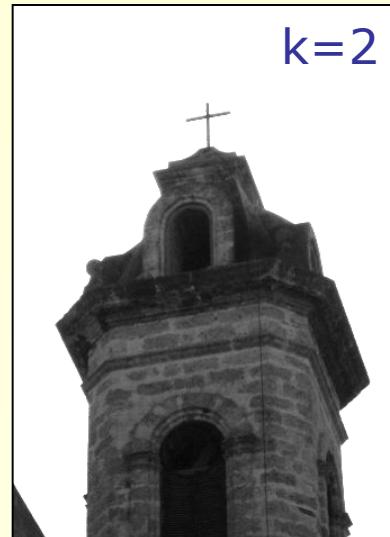
$$I'(x, y) = k * I(x, y) \quad k \geq 0$$

Si k o $I(x, y)$ es alto es posible que $I'(x, y)$ sea mayor que 255 → En ese caso se suele truncar el valor a 255.

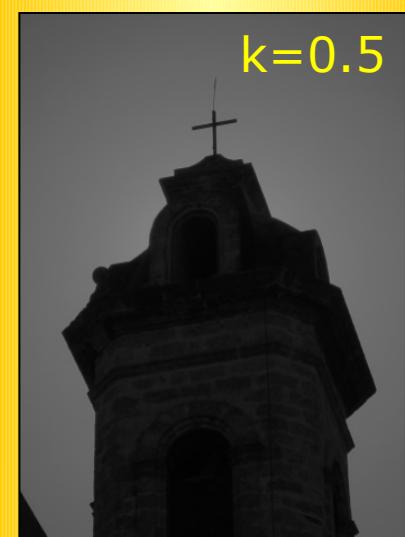
$k=0.25$



¿y si $k < 1$?



$k=0.5$



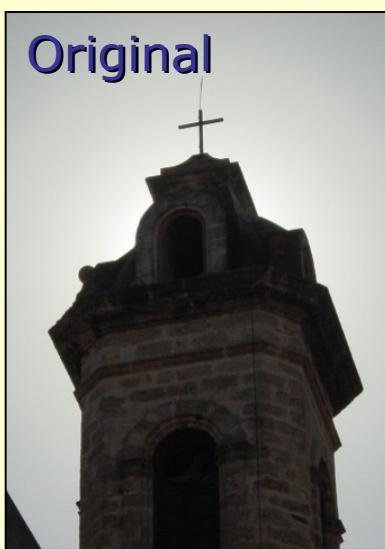


Operaciones aritméticas

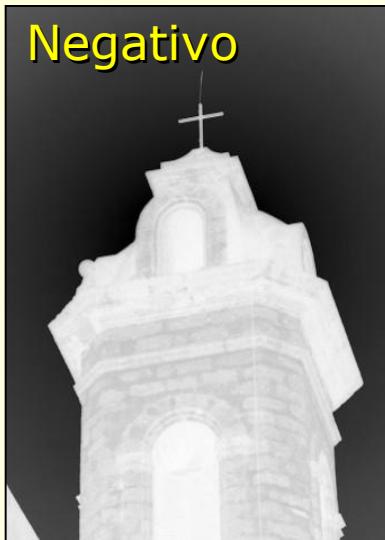
Negativo de una imagen



Original



Negativo

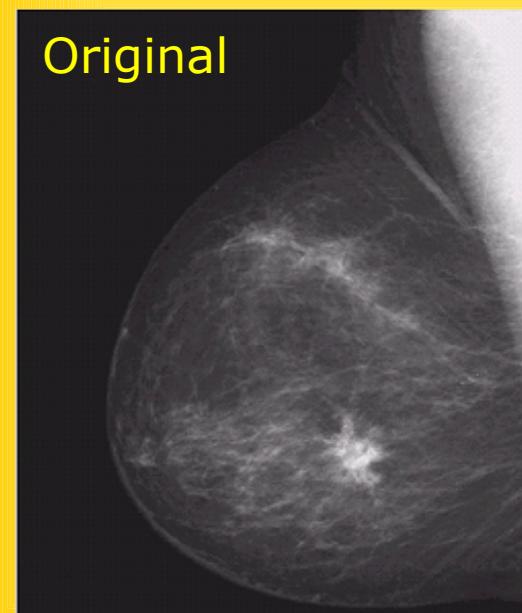


$$\begin{aligned}I'(x, y) &= \text{Max} - I(x, y) \\&= -1 * I(x, y) + \text{Max}\end{aligned}$$

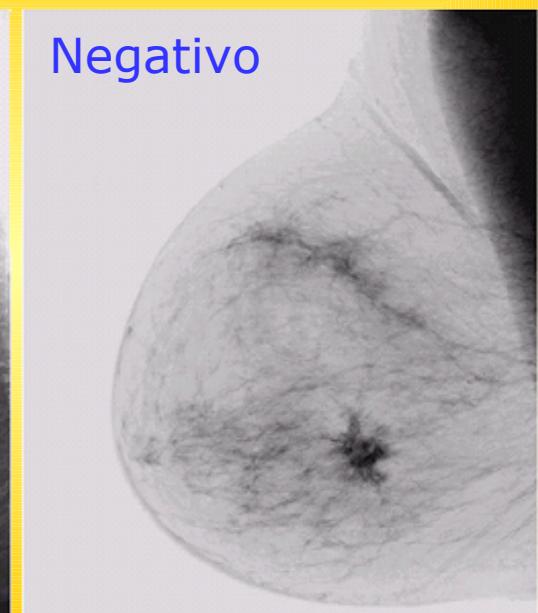
Max = máximo nivel de gris (255).

Mamografía

Original



Negativo

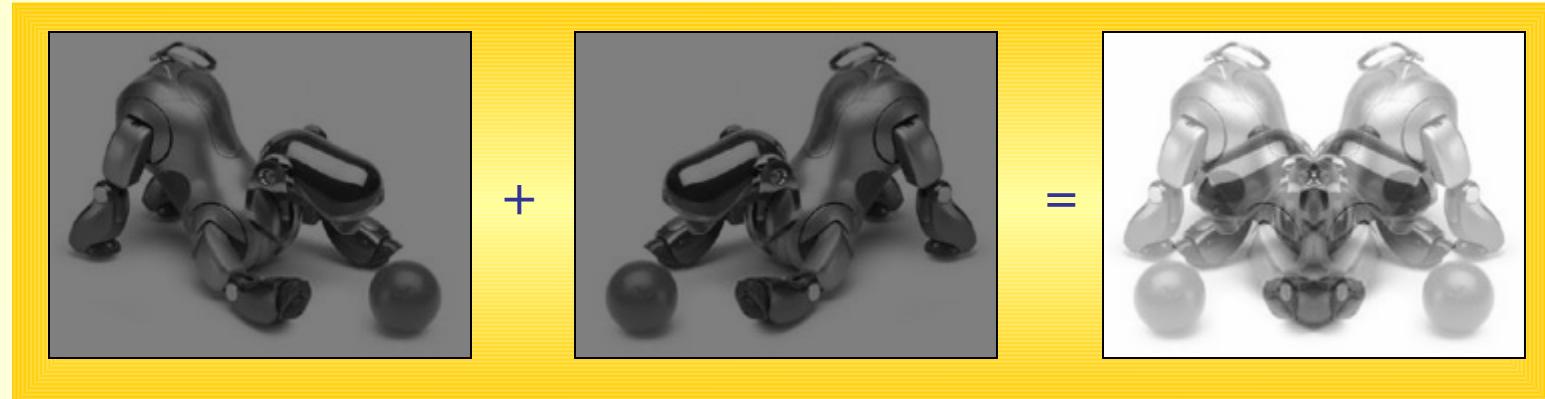
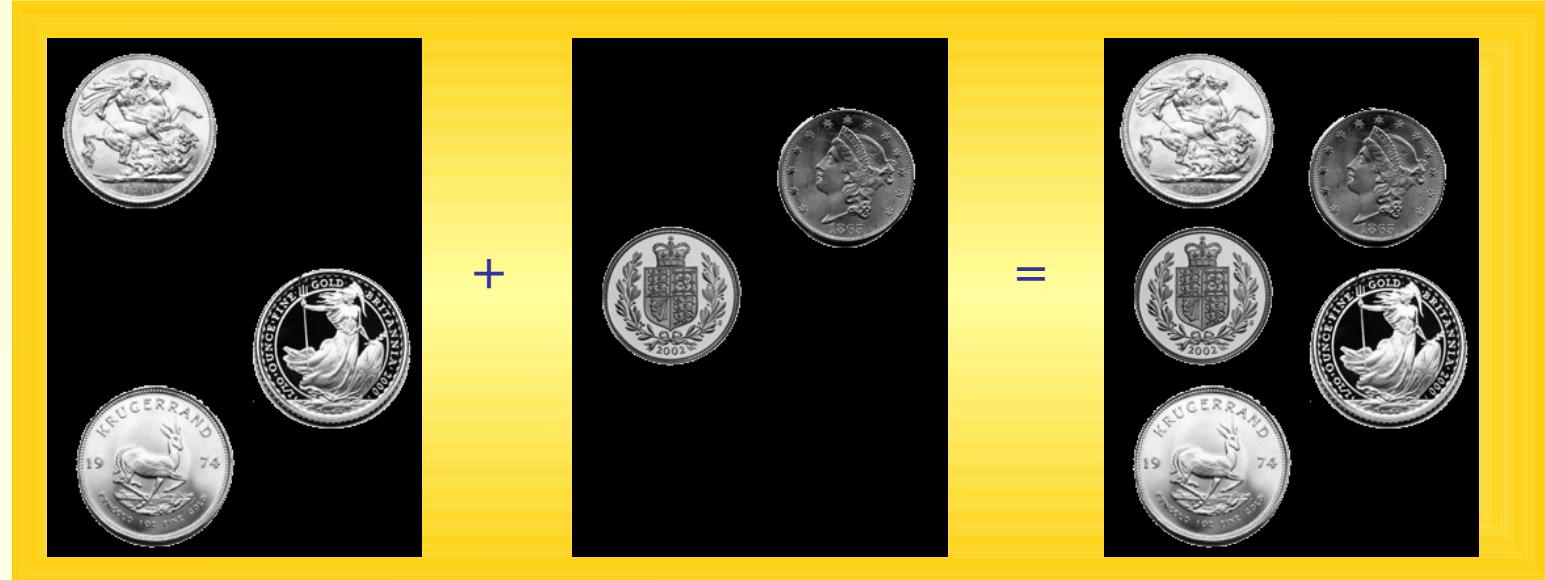




Operaciones aritméticas

Suma de dos imágenes

$$R(x, y) = I(x, y) + F(x, y)$$

 $I(x, y)$ $F(x, y)$ $R(x, y)$ 



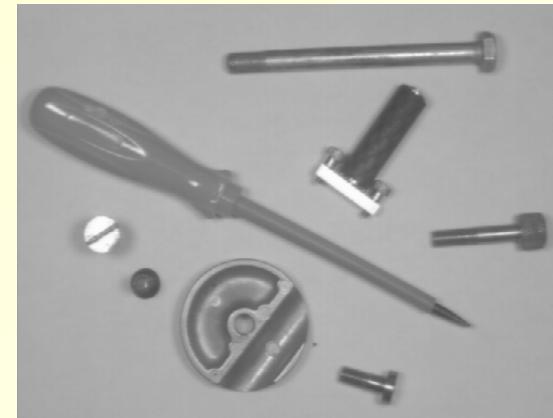
Operaciones aritméticas

Diferencia de dos imágenes

$$R(x, y) = I(x, y) - F(x, y)$$



$$I(x, y)$$



$$F(x, y)$$



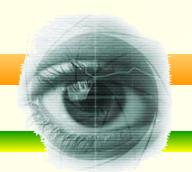
$$R(x, y)$$





Operaciones aritméticas

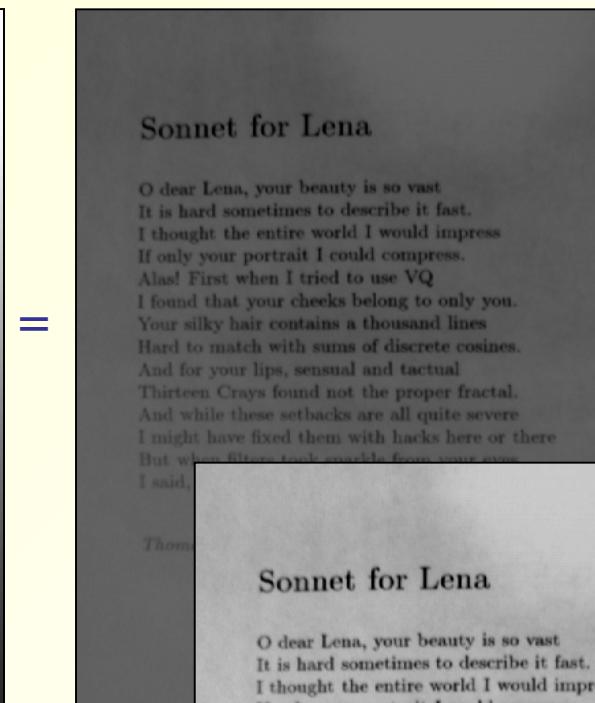
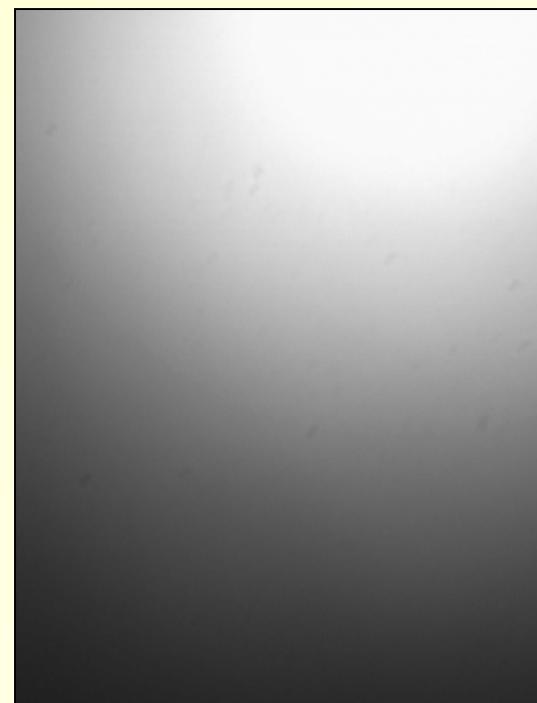
Diferencia de dos imágenes



Sonnet for Lena

O dear Lena, your beauty is so vast
It is hard sometimes to describe it fast.
I thought the entire world I would impress
If only your portrait I could compress.
Alas! First when I tried to use VQ
I found that your cheeks belong to only you.
Your silky hair contains a thousand lines
Hard to match with sums of discrete cosines.
And for your lips, sensual and tactful
Thirteen Crays found not the proper fractal.
And while these setbacks are all quite severe
I might have fixed them with hacks here or there
But when filters took sparkle from your eyes
I said, 'Damn all this. I'll just digitize.'

Thomas Colthurst



Sonnet for Lena

O dear Lena, your beauty is so vast
It is hard sometimes to describe it fast.
I thought the entire world I would impress
If only your portrait I could compress.
Alas! First when I tried to use VQ
I found that your cheeks belong to only you.
Your silky hair contains a thousand lines
Hard to match with sums of discrete cosines.
And for your lips, sensual and tactful
Thirteen Crays found not the proper fractal.
And while these setbacks are all quite severe
I might have fixed them with hacks here or there
But when filters took sparkle from your eyes
I said,

Thomas Colthurst

x2

Sonnet for Lena

O dear Lena, your beauty is so vast
It is hard sometimes to describe it fast.
I thought the entire world I would impress
If only your portrait I could compress.
Alas! First when I tried to use VQ
I found that your cheeks belong to only you.
Your silky hair contains a thousand lines
Hard to match with sums of discrete cosines.
And for your lips, sensual and tactful
Thirteen Crays found not the proper fractal.
And while these setbacks are all quite severe
I might have fixed them with hacks here or there
But when filters took sparkle from your eyes
I said, 'Damn all this. I'll just digitize.'

Thomas Colthurst

$$R(x, y) = I(x, y) - F(x, y)$$



Operaciones aritméticas

Promediado de una imagen



El promediado consiste en tomar varias imágenes y calcular la media.

$$I'(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_i(x, y)$$

$I_i(x, y)$ son las imágenes

N es el número de imágenes

I_1	24	96	39
	37	43	21
	10	70	17

$$I_2$$

65	23	91
12	15	34
53	32	48

$$I_3$$

10	21	21
29	41	73
59	45	31

3

I'	33	47	50
	26	33	43
	41	49	32



→





Transformaciones de los Niveles de Gris

Operaciones aritméticas

Operaciones lógicas

Transformación mediante una función de transferencia

El histograma: ecualización y otras aplicaciones



ugr

Universidad
de Granada





Operaciones lógicas:

AND OR NOT XOR

Dados dos píxeles de dos imágenes realizan la operación bit a bit entre los valores de cada píxel.

Se usan sobre todo con imágenes binarias (2 niveles de gris: 0, 1)

Ejemplo:

Píxel imagen A = 155 10011011

Píxel imagen B = 45 00101101

10111111 A OR B

00001001 A AND B

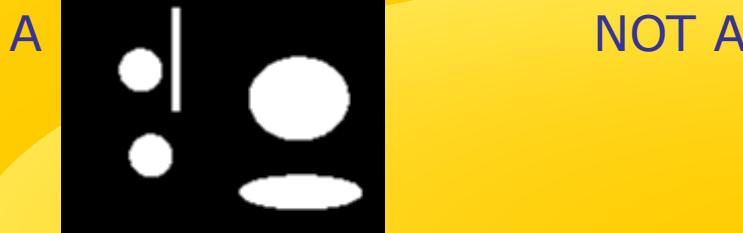
01100100 NOT A

10110110 A XOR B



Operaciones lógicas

Ejemplos



NOT A



A AND B



A OR B



A XOR B



NOT C





Operaciones lógicas

Ejemplo: aplicación

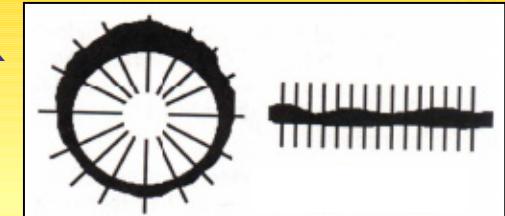


Aplicación: medida de la homogeneidad del grosor de un neumático

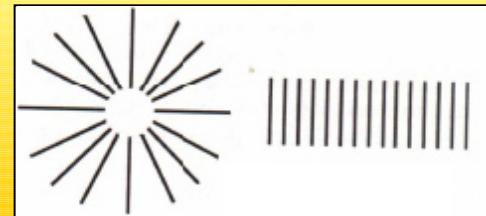
Perfil de neumático



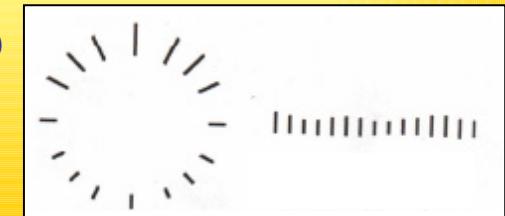
OR



Patrón de medida



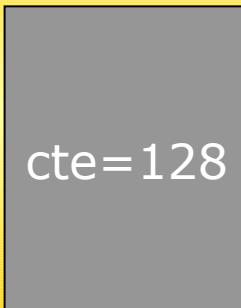
AND



Umbralización usando AND



AND



=





Masking con operaciones lógicas



AND



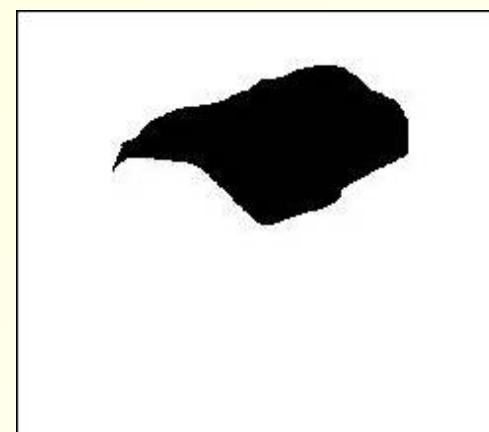
=



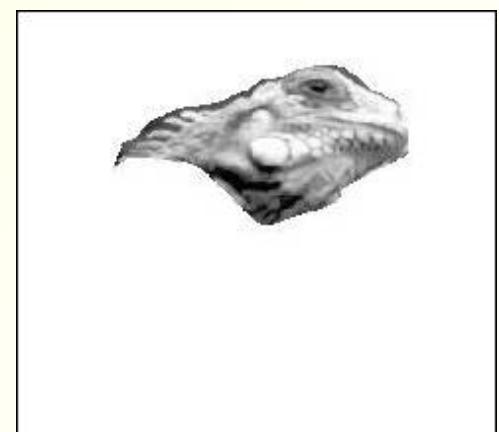
Las operaciones lógicas se usan para hacer “masking”



OR

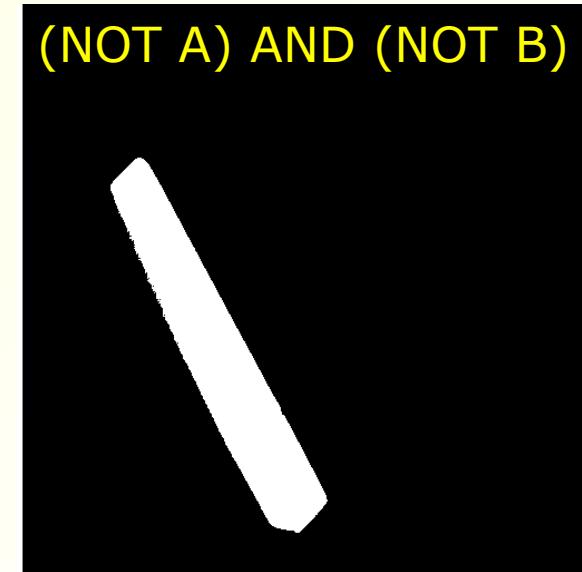
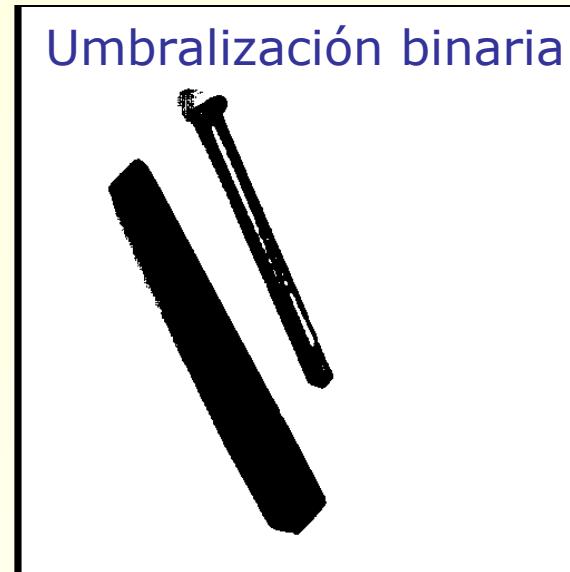
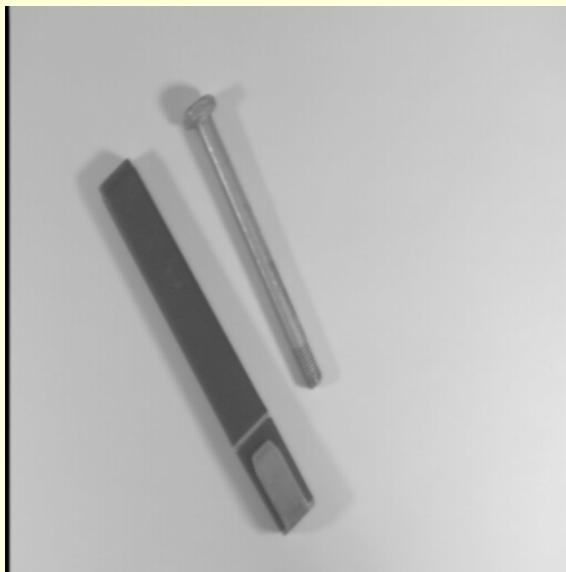
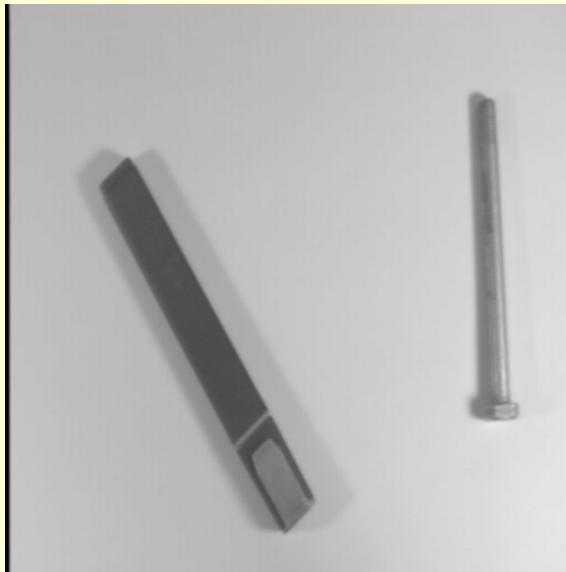
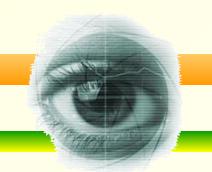


=





Detección de cambios en imágenes





Transformaciones de los Niveles de Gris

Operaciones aritméticas

Operaciones lógicas

Transformación mediante una función de transferencia

El histograma: ecualización y otras aplicaciones



ugr

Universidad
de Granada





Transformación mediante una función de transferencia

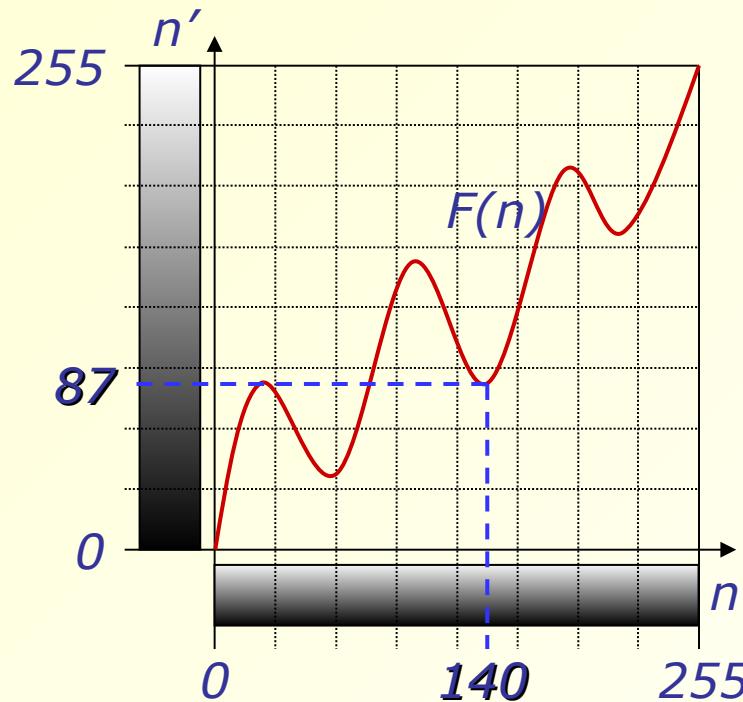
La función de transferencia



Función de transferencia: función que dice como se relacionan las entradas con las salidas en un sistema dado.

En nuestro caso: entradas y salidas son los niveles de gris.

$$n' = F(n) \quad n, n' \text{ son valores en el intervalo } [0, 255]$$



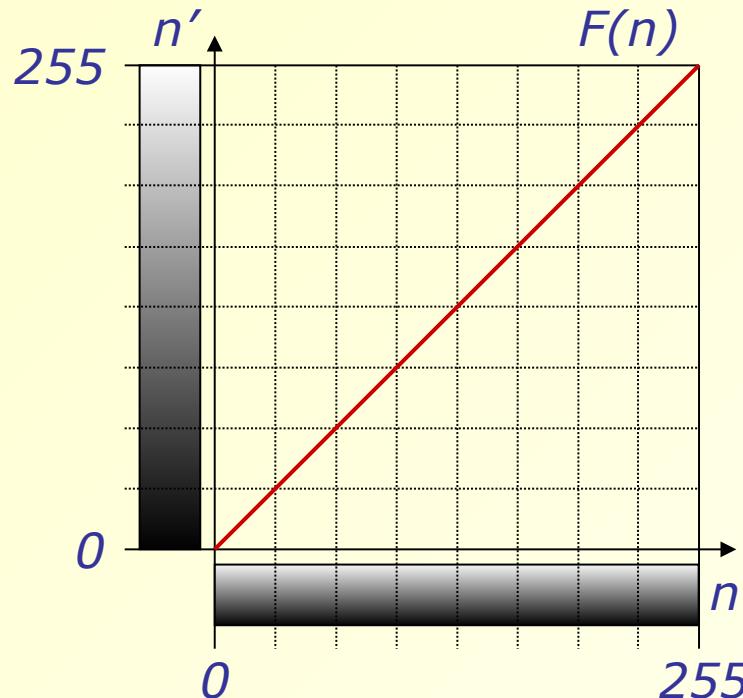
$$F(140) = 87$$

“Sustituir el nivel de gris 140 por el nivel de gris 87 en la imagen de salida”



Transformación mediante una función de transferencia

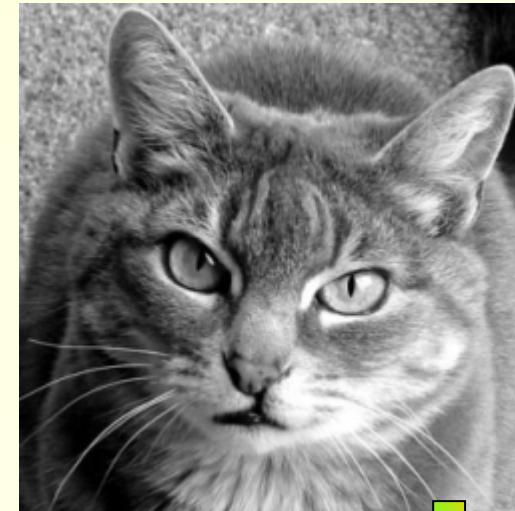
La función identidad



Función identidad:

$$F(n) = n$$

Deja la imagen igual.



$$I(x,y)$$

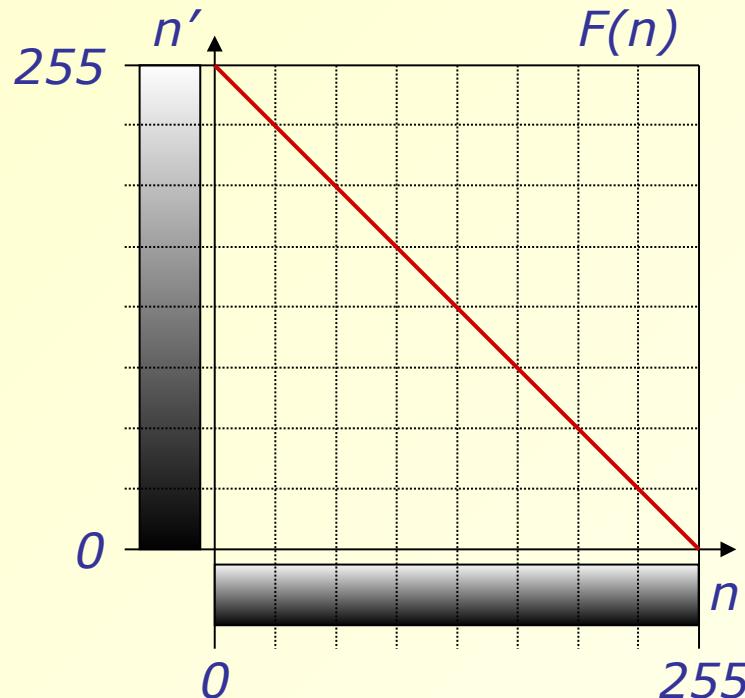


$$I'(x,y)$$



Transformación mediante una función de transferencia

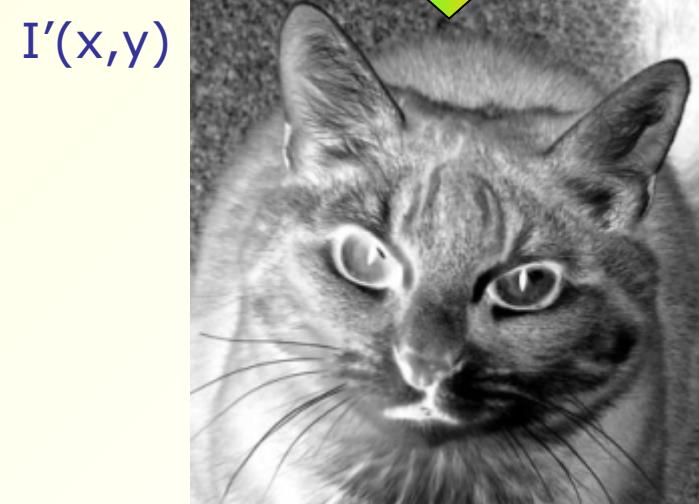
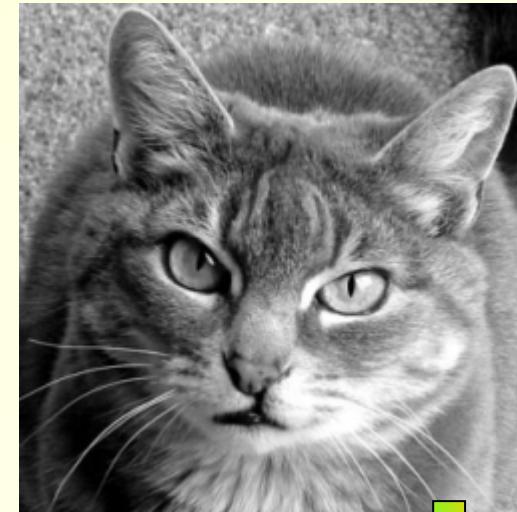
La función negativo



Función negativo:

$$F(n) = 255 - n$$

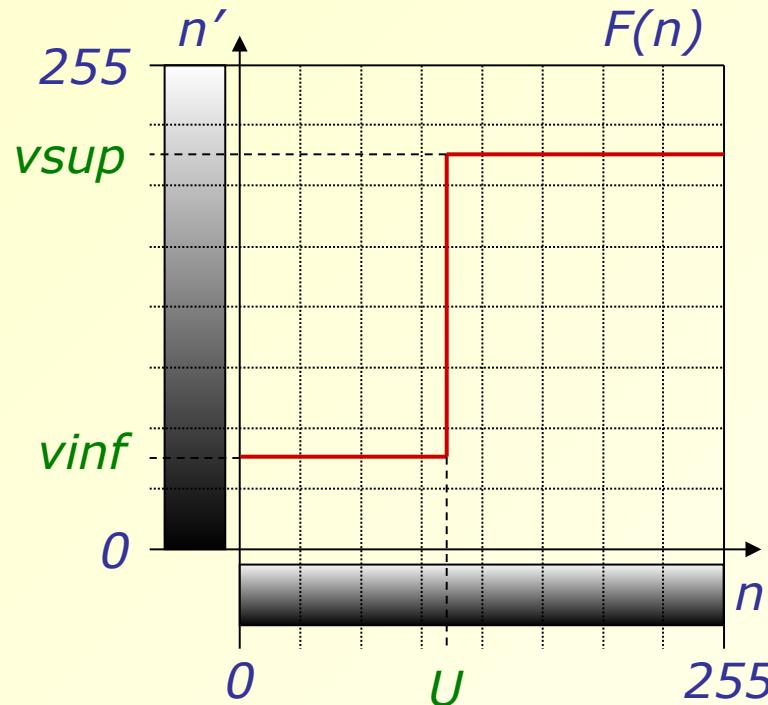
Obtiene el negativo de una imagen.





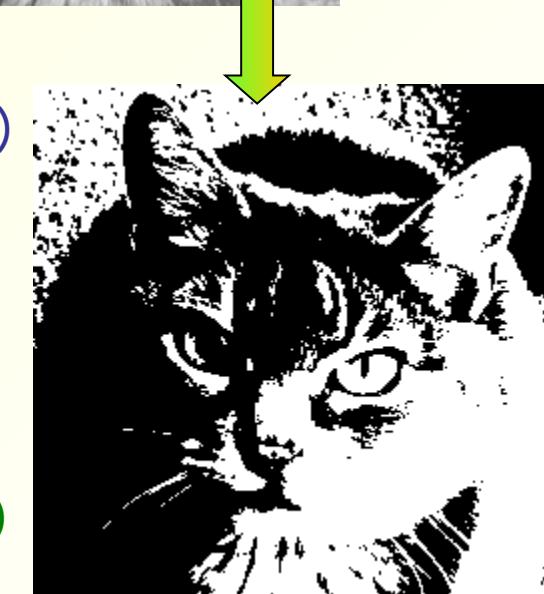
Transformación mediante una función de transferencia

Umbralización (thresholding)



$I(x,y)$

$U=138$
 $v_{inf}=0$
 $v_{sup}=255$



Función de umbralización (binarización):

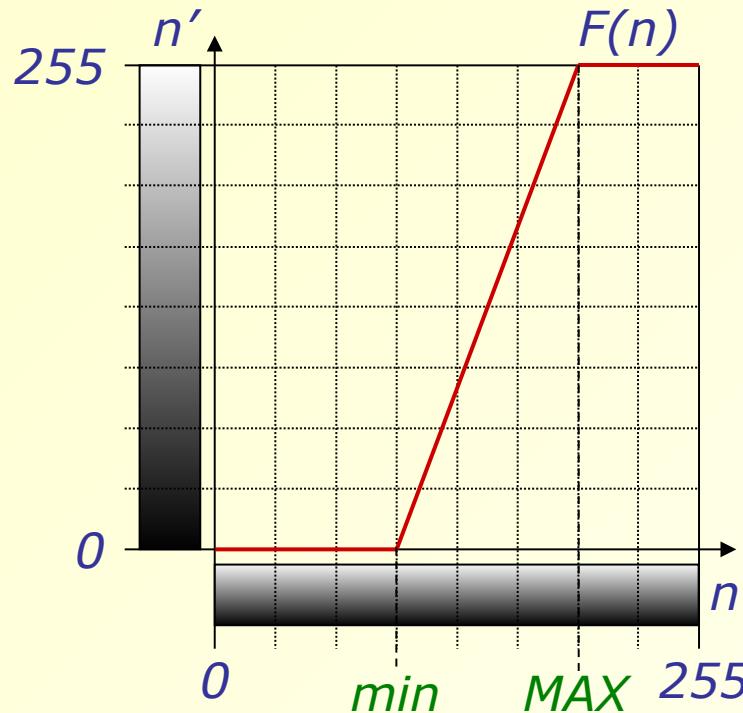
$$F(n) = \begin{cases} v_{inf} & \text{si } n \leq U \\ v_{sup} & \text{si } n > U \end{cases}$$

Permite obtener una imagen binaria (bi-valuada) a partir de una imagen de niveles de gris.



Transformación mediante una función de transferencia

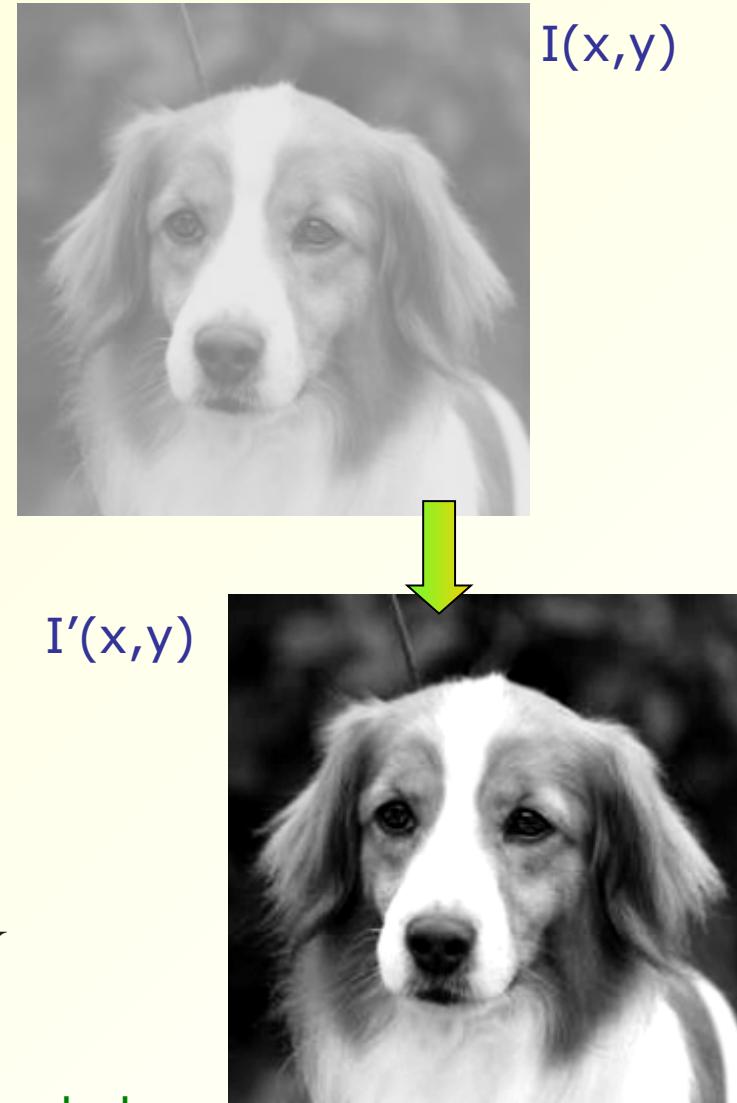
Estiramiento (Stretching)



Función de transformación:

$$F(n) = \begin{cases} 0 & \text{si } n < min \\ 255 \frac{n - min}{MAX - min} & \text{si } min \leq n \leq MAX \\ 255 & \text{si } n > MAX \end{cases}$$

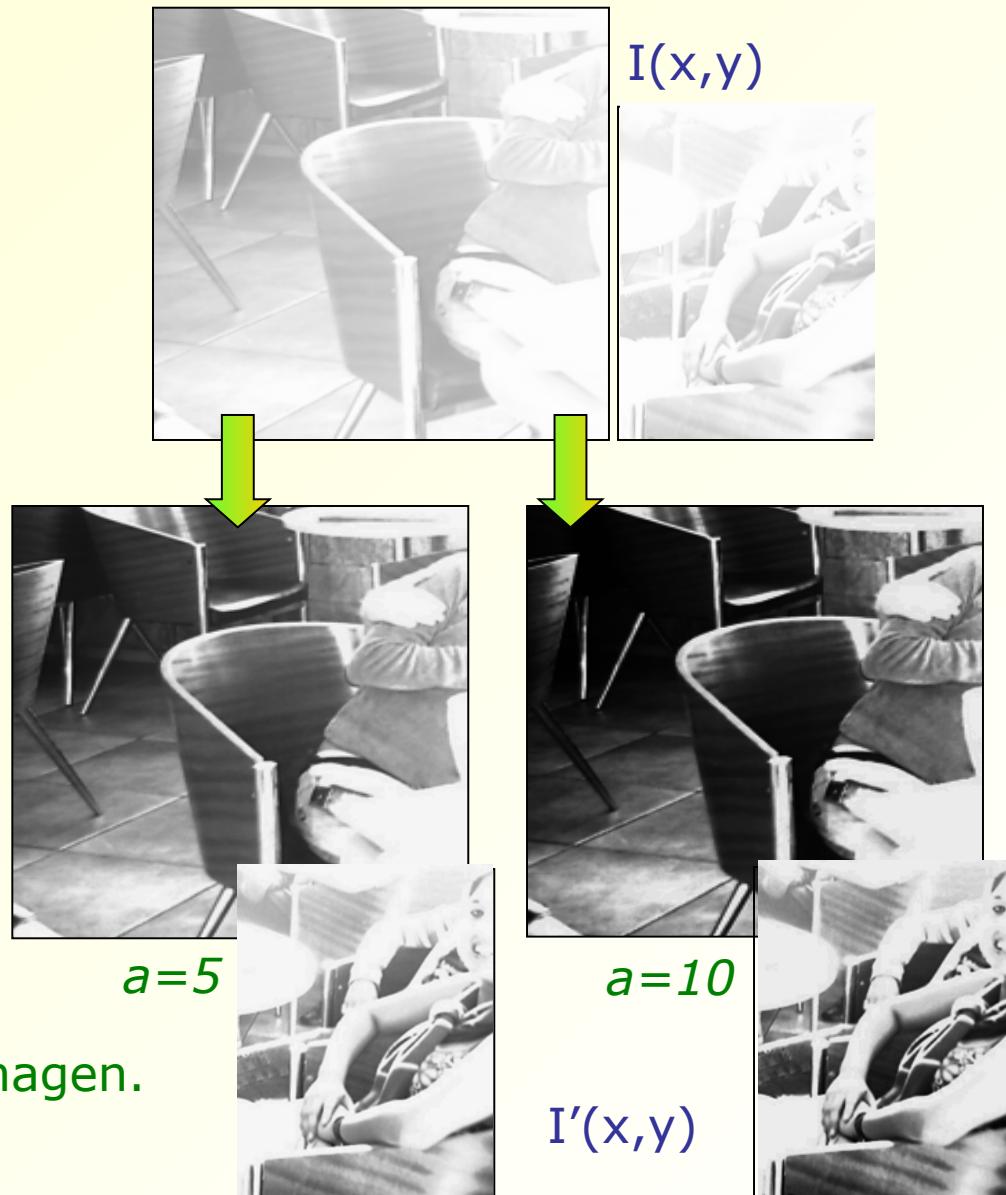
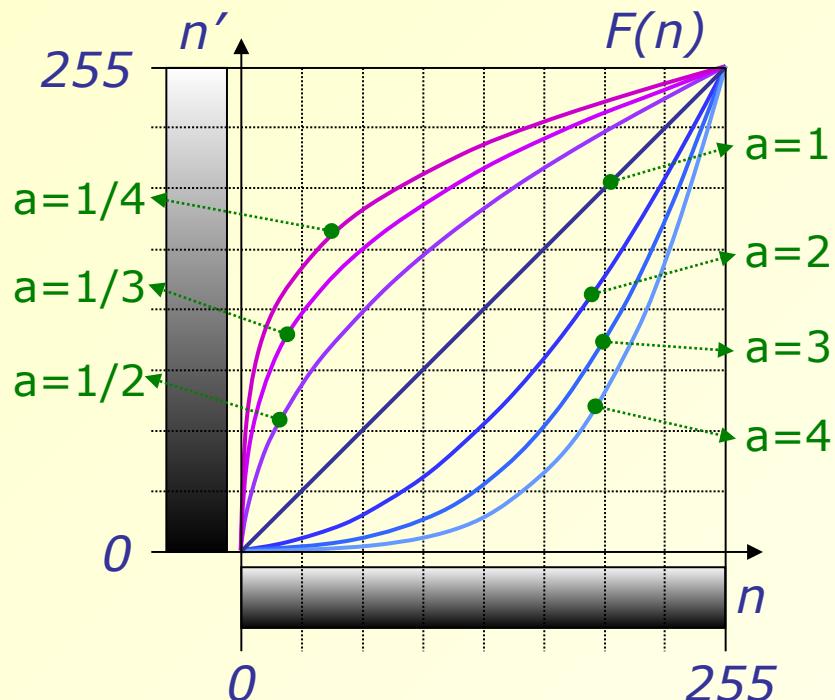
Amplía el rango de niveles en un intervalo dado.





Transformación mediante una función de transferencia

Potenciación



Función potencia:

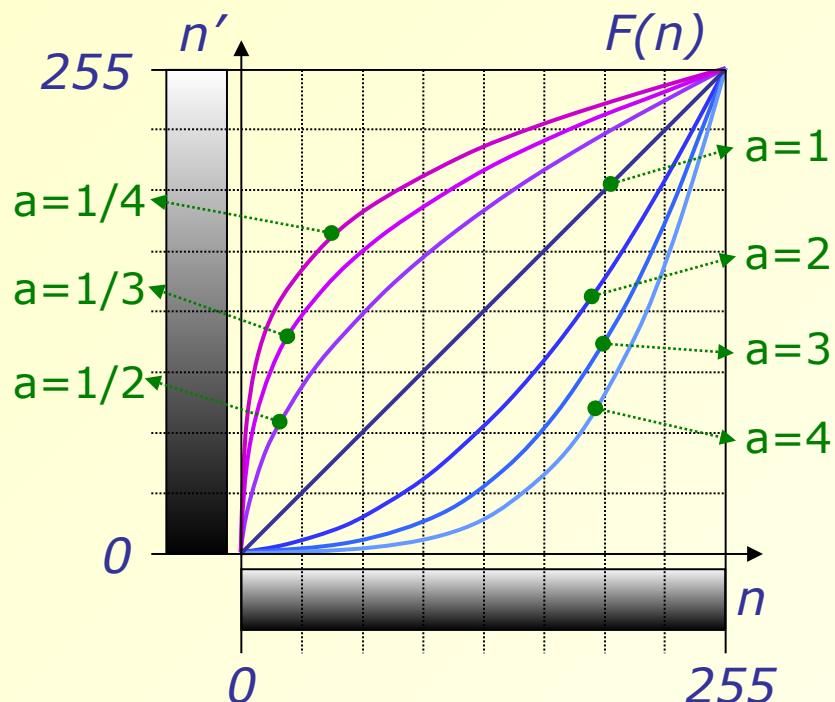
$$F(n) = 255 * (n/255)^a$$

Permite aclarar u oscurecer la imagen.



Transformación mediante una función de transferencia

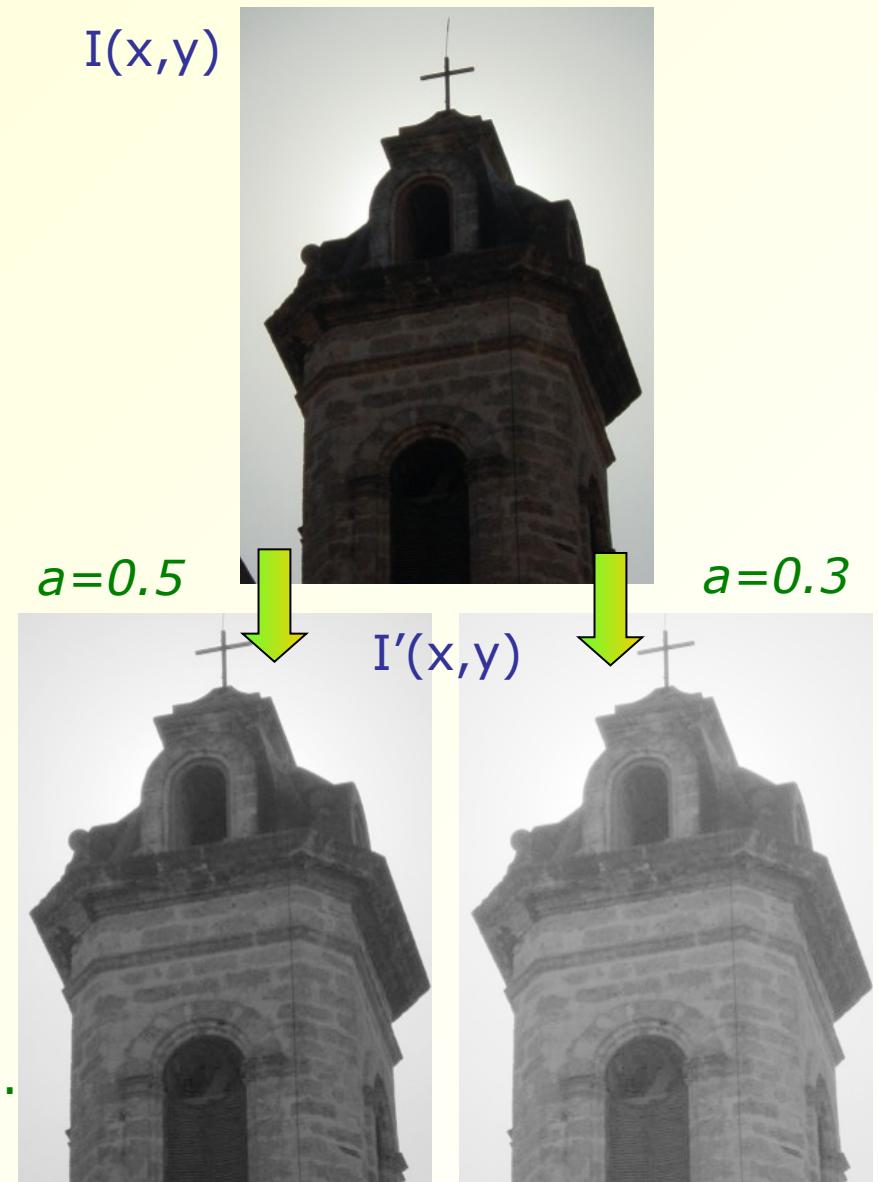
Potenciación



Función potencia:

$$F(n) = 255 * (n/255)^a$$

Permite aclarar u oscurecer la imagen.





Transformaciones de los Niveles de Gris

Operaciones aritméticas

Operaciones lógicas

Transformación mediante una función de transferencia

El histograma: ecualización y otras aplicaciones



ugr

Universidad
de Granada





¿Qué es el histograma de una imagen?

El **histograma** de una imagen es una función que indica el número de ocurrencias de cada nivel de gris.

4	1	5
1	6	4
7	6	1
1	0	8

Nivel de gris
Nº de ocurrencias

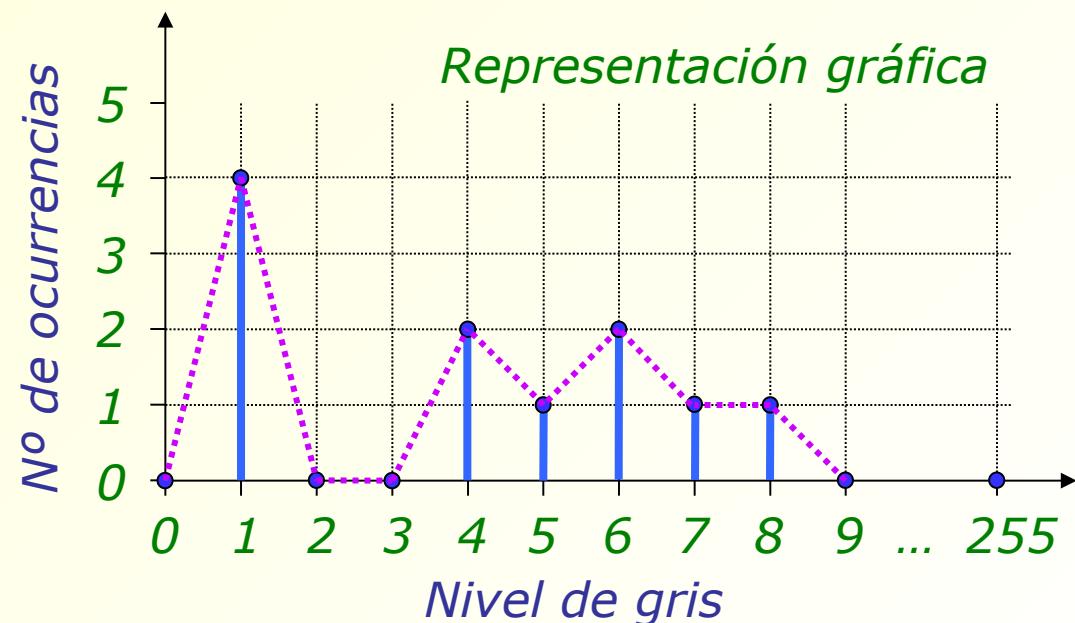
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	255
1	4	0	0	2	1	2	1	1	0	...	0

$H(i)$ = nº ocurrencias
del nivel de gris i .

$$\sum_{i=0}^{255} H(i) = F \times C$$

F = nº de filas.

C = nº de columnas.



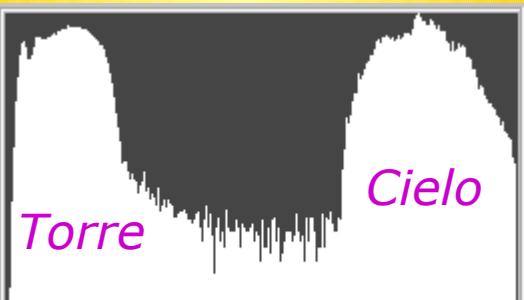


El histograma

Ejemplos de histogramas



No ocurrencias

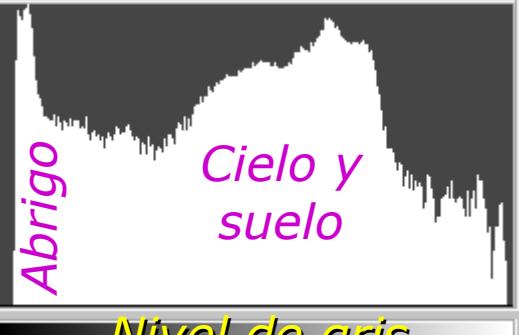


Cielo

Nivel de gris



No ocurrencias



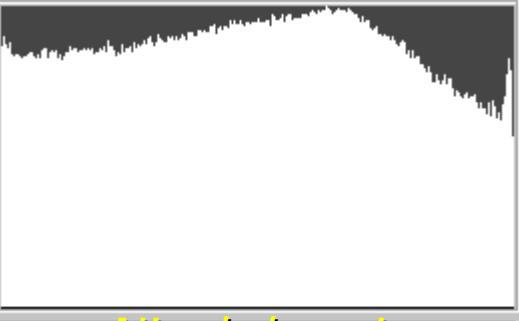
Abrigo

Cielo y suelo

Nivel de gris



No ocurrencias



Nivel de gris



Interpretación probabilística del histograma



A veces se usa la **frecuencia relativa** en lugar de la absoluta.

Nivel de gris	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	255
Frec. absoluta	1	4	0	0	2	1	2	1	1	0	...	0
Frec. relativa	1/12	4/12	0	0	2/12	1/12	2/12	1/12	1/12	0	...	0

$H(i)$ = Frecuencia absoluta.

$H'(i)$ = Frecuencia relativa.

$$H'(i) = \frac{H(i)}{FxC} \quad \sum_{i=0}^{255} H'(i) = 1$$

$H'(i)$ se puede interpretar como la probabilidad de que ocurra el nivel de gris i .

$$P(I(x, y)=i) = H'(i)$$

El histograma $H'(i)$ se comporta como una **función de distribución** de probabilidad.



Interpretación probabilística del histograma

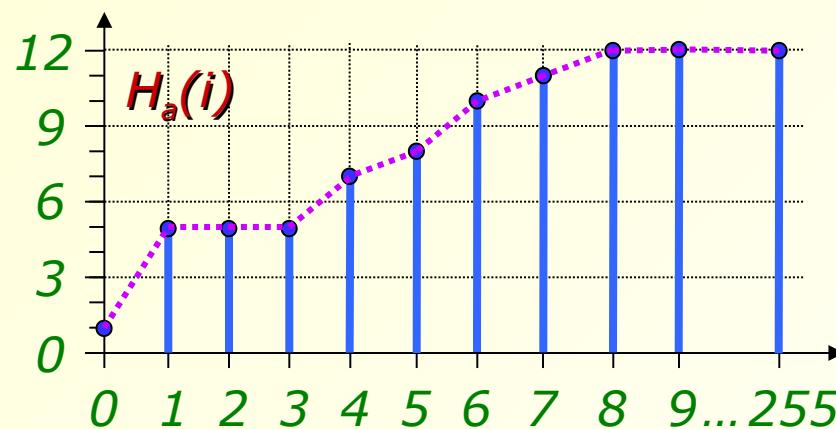


El histograma **acumulado** se calcula como:

$$H_a(i) = \sum_{k=0}^i H(k)$$

$$H'_a(i) = \sum_{k=0}^i H'(k) = \frac{\sum_{k=0}^i H_a(k)}{FxC}$$

Nivel de gris	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9 ...	255	
$H(i)$	1	4	0	0	2	1	2	1	1	0	...	0
$H'(i)$	1/12	4/12	0	0	2/12	1/12	2/12	1/12	1/12	0	...	0
$H_a(i)$	1	5	5	5	7	8	10	11	12	12	...	12
$H'_a(i)$	1/12	5/12	5/12	5/12	7/12	8/12	10/12	11/12	1	1	...	1



$$H'_a(i) = P(I(x, y) \leq i)$$

Probabilidad de que el nivel de gris sea menor o igual que i .



¿Qué propiedades esperamos de un buen histograma?

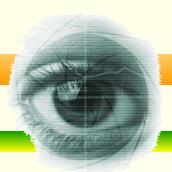


Hay muchos píxeles que tienen niveles de gris en estos dos intervalos.



Hay pocos píxeles que tienen niveles de gris en este intervalo.

Parece que la cuantificación no ha sido muy equilibrada: hay niveles de gris infrautilizados y otros suprautilizados.



¿Qué propiedades esperamos de un buen histograma?

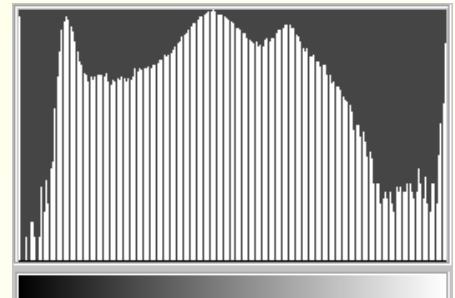
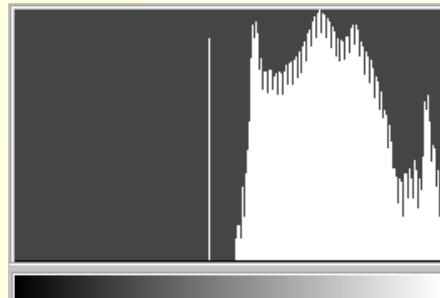
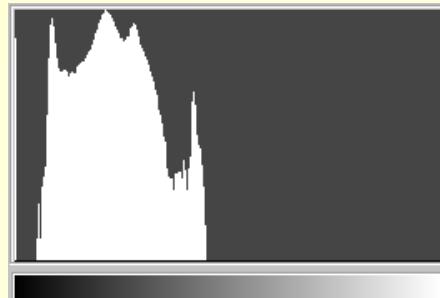
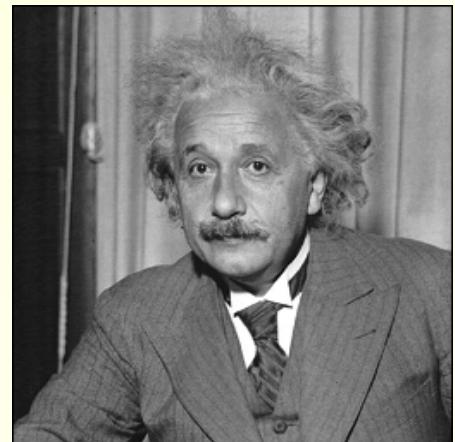
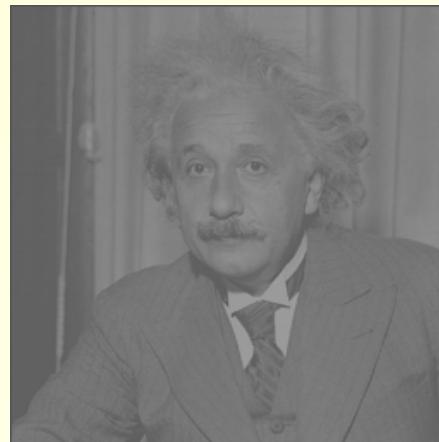
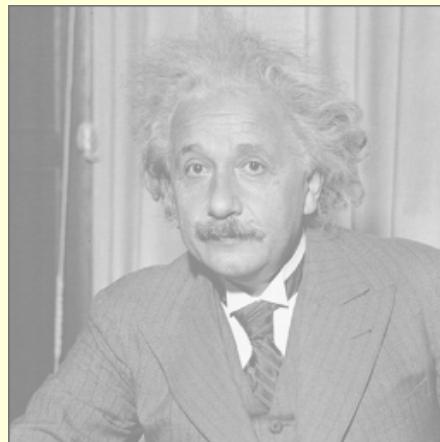
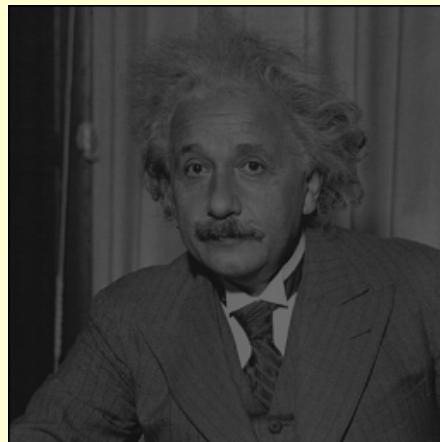


Imagen oscura

Imagen clara

Poco contraste

Mucho contraste

Todos estos histogramas mantienen la forma pero cambia el rango.
Una imagen bien contrastada tiene un histograma bien equilibrado.

¿Podemos equilibrar el histograma de cualquier imagen?



El histograma

La ecualización del histograma

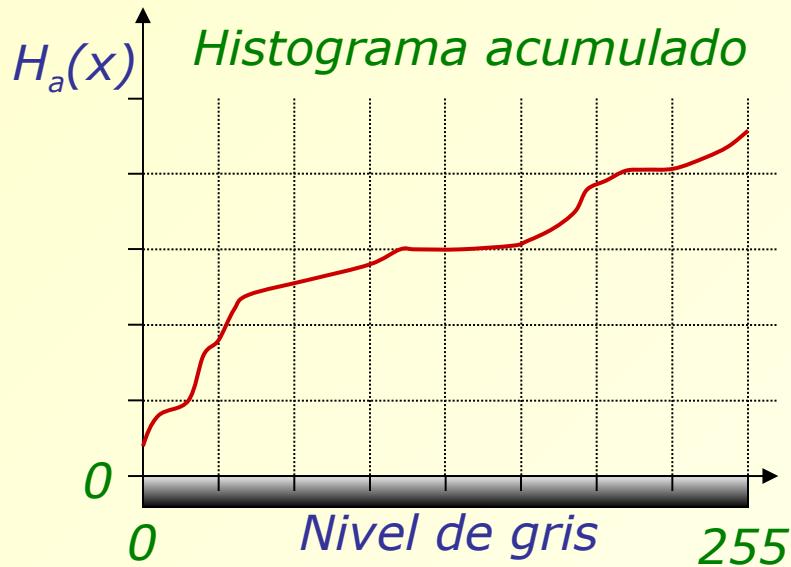


¿Es posible esta transformación?





La ecualización del histograma



$$Q_a(i') = (i'+1)x \frac{FxC}{256}$$

$$Q_a(i') = H_a(i) \quad \rightarrow \quad (i'+1)x \frac{FxC}{256} = H_a(i) \quad \rightarrow \quad i' = \frac{256}{FxC} H_a(i) - 1$$

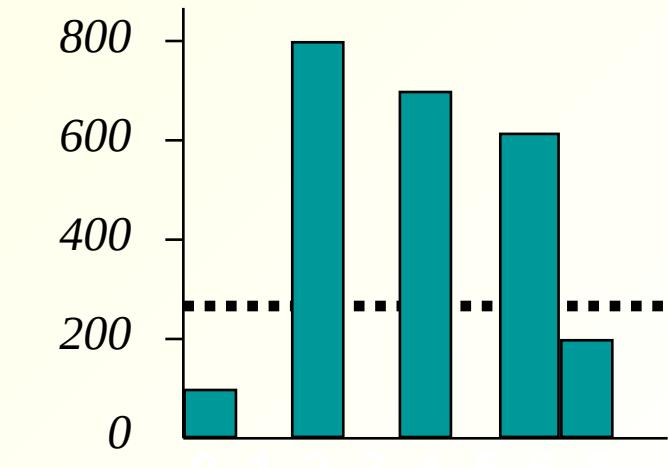
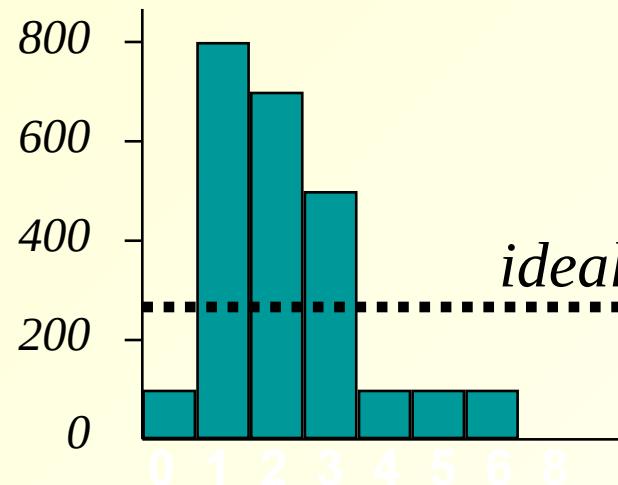


G=8

FxC=2400

(FxC)/G=300

$$i' = (H_a(i)/300) - 1$$

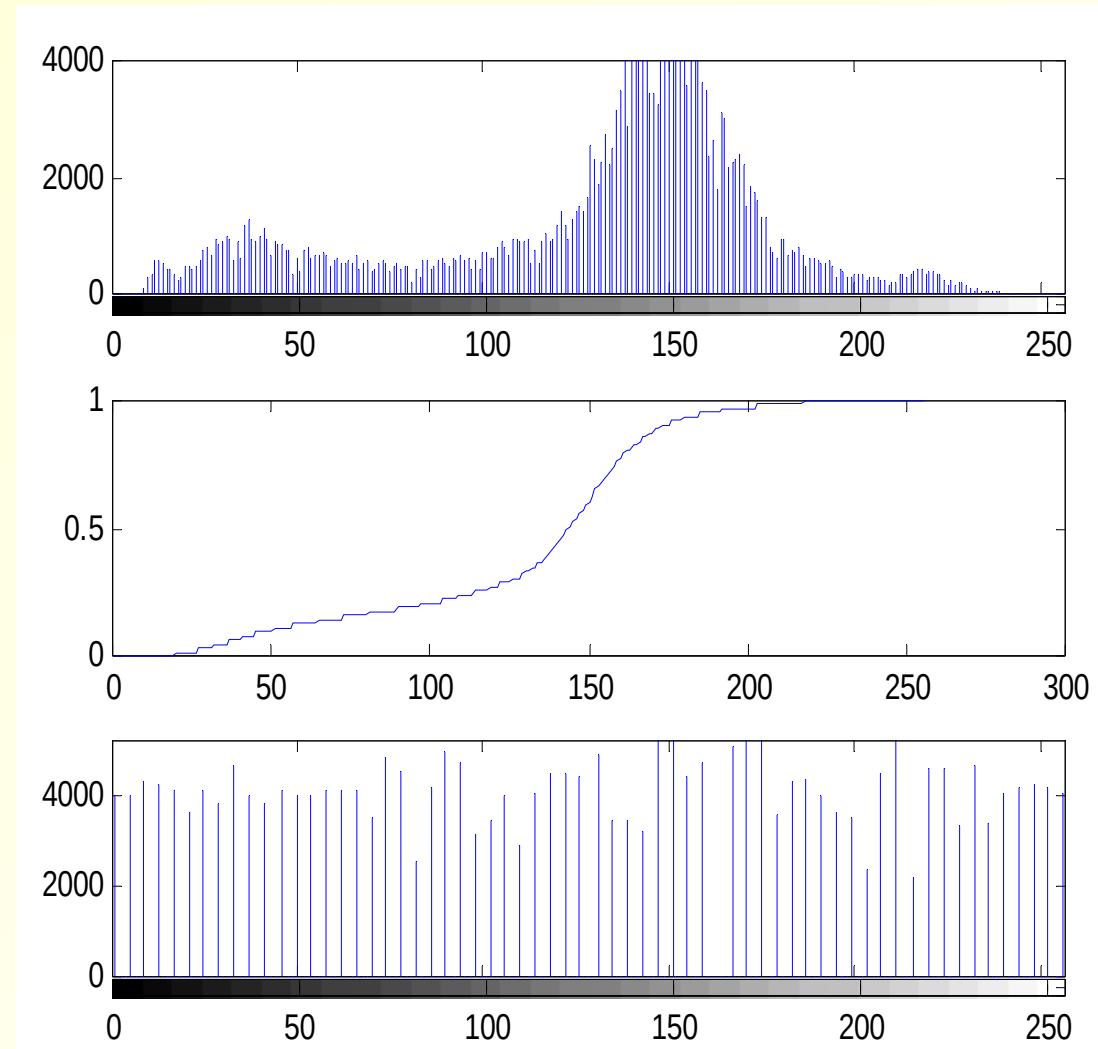




El histograma

La ecualización del histograma

Ejemplo

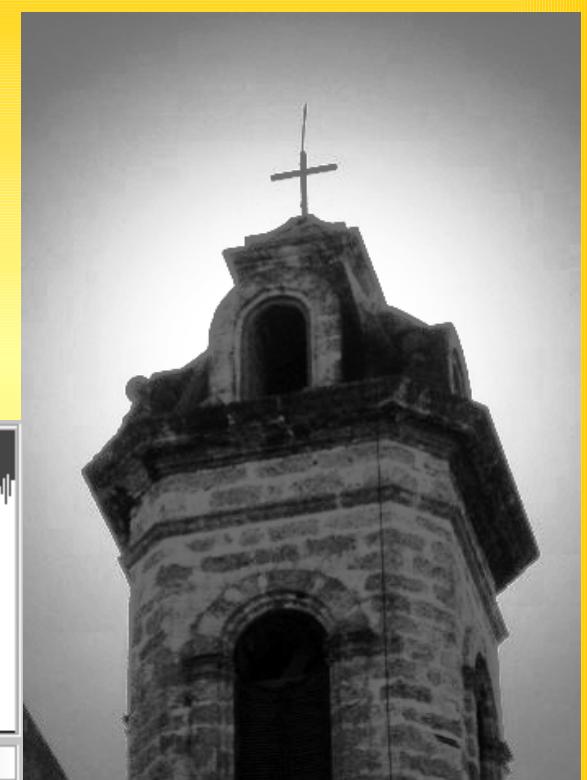
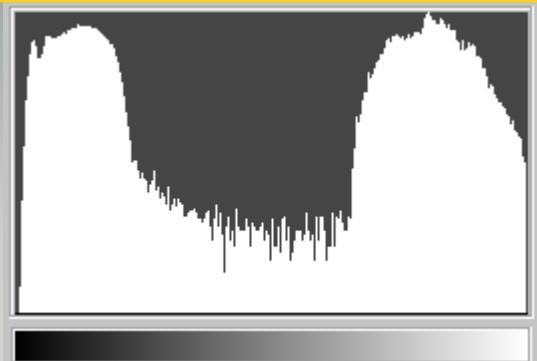




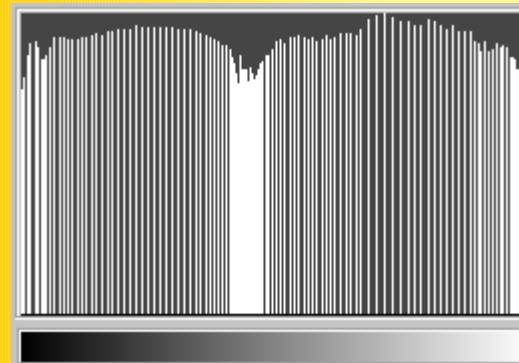
La ecualización del histograma



Original

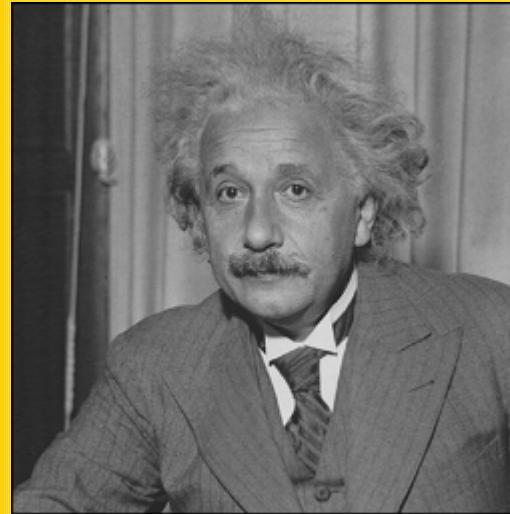


Ecualizada

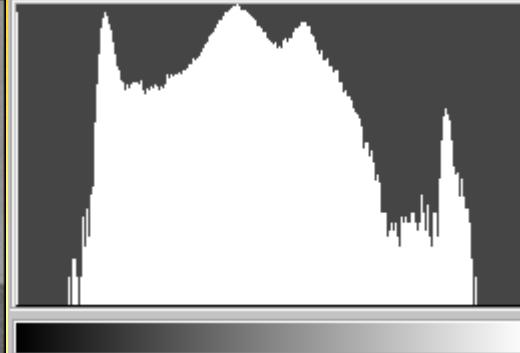




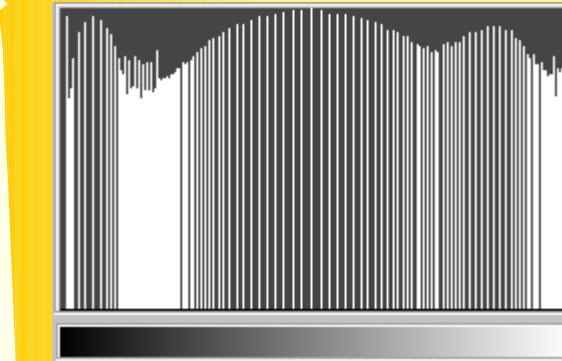
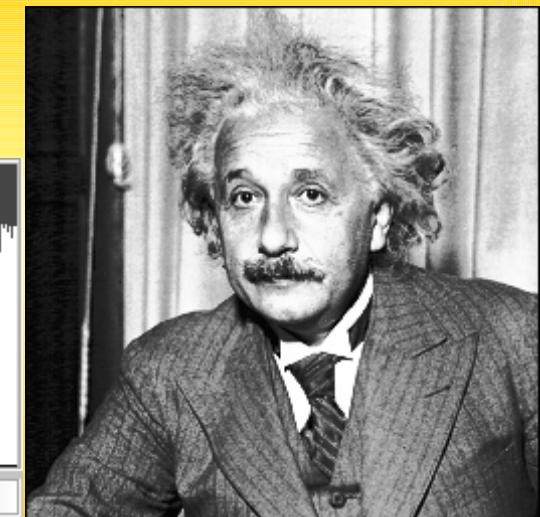
La ecualización del histograma

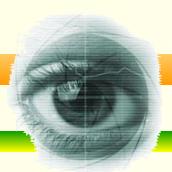


Original

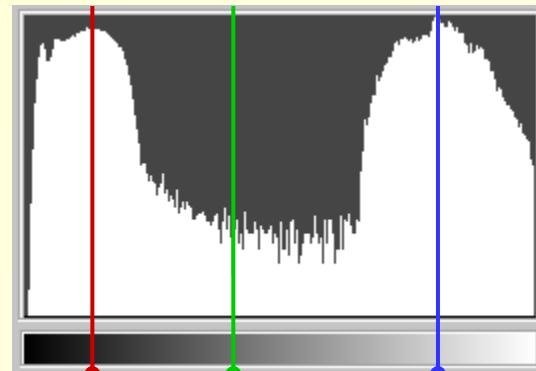
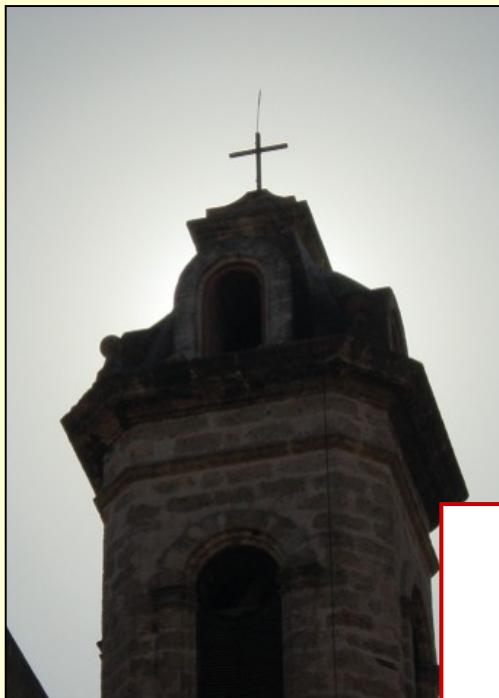


Ecualizada





Aplicación para la umbralización automática



Umbral de corte:

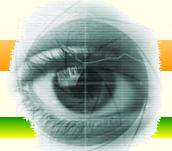
Mínimo del histograma

34

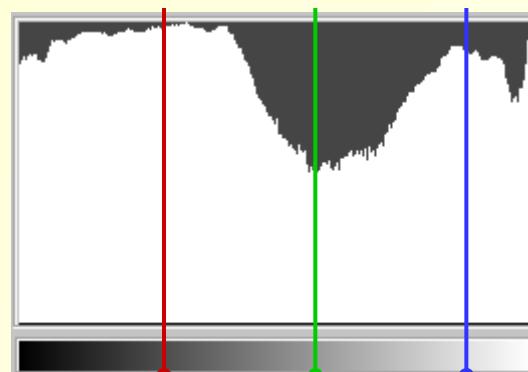
105

207

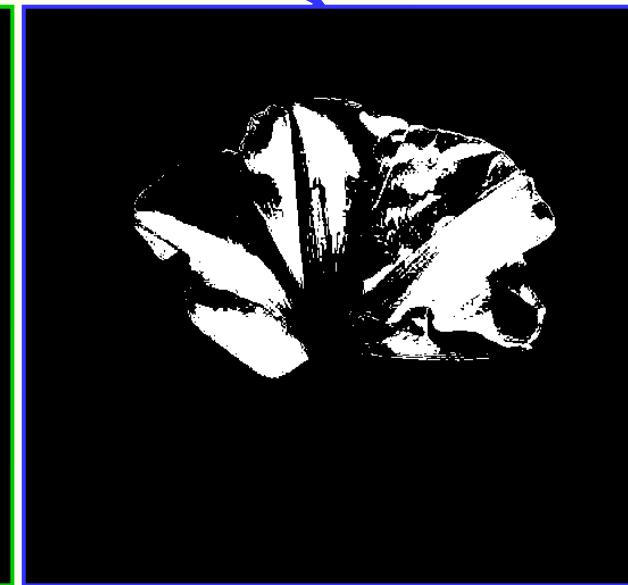
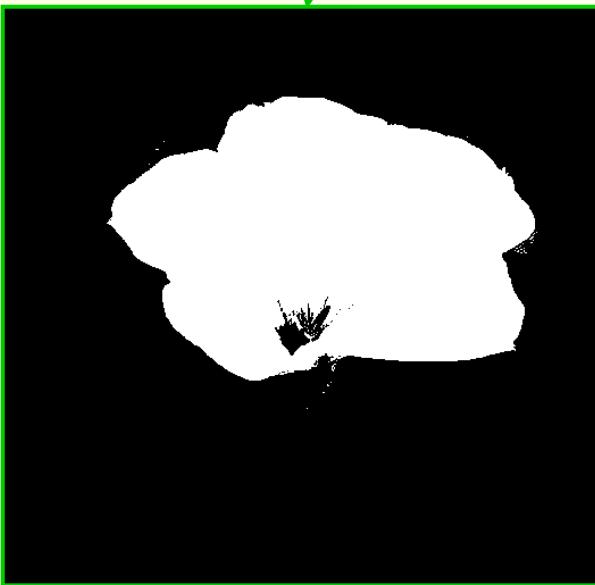




Aplicación para la umbralización automática

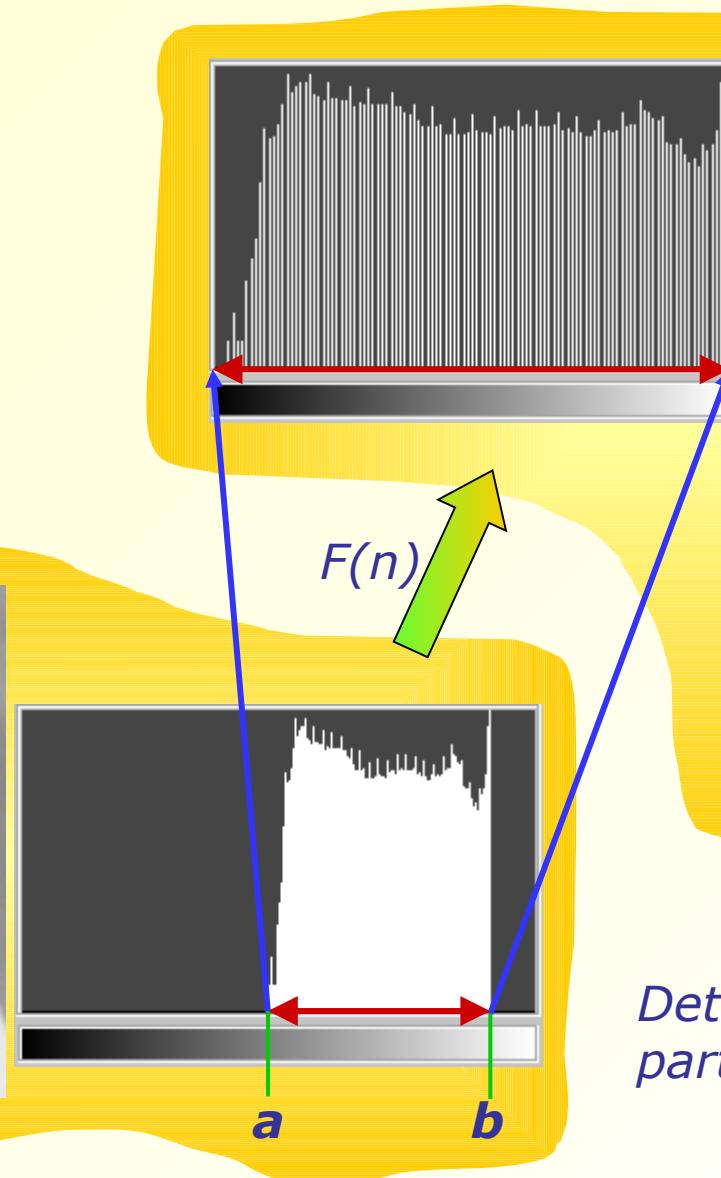
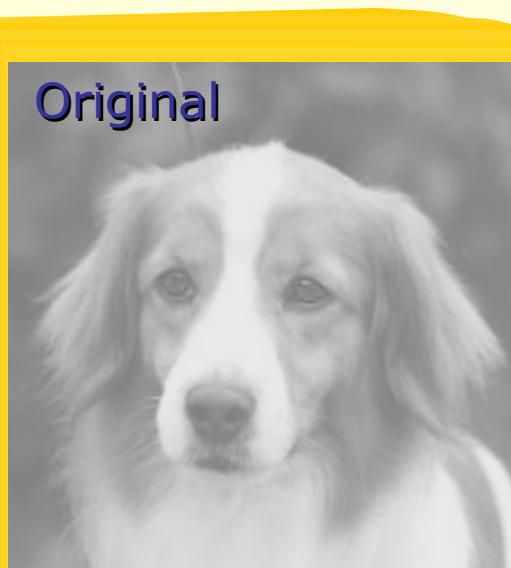
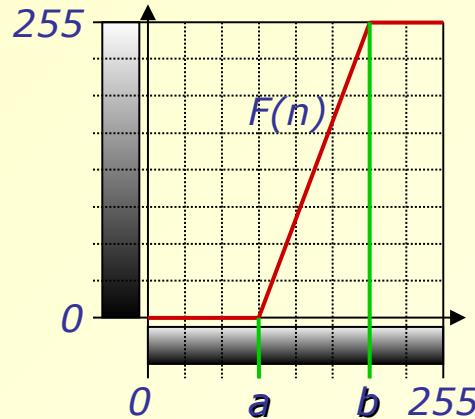


Umbral de corte:
Mínimo del histograma

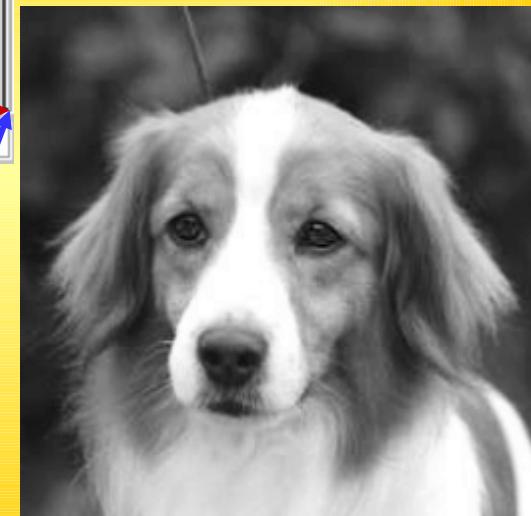




Aplicación para el estiramiento automático



Tras aplicar
estiramiento



Determinamos a y b a
partir del histograma