



Tratamiento de Señales

Version 2022-I

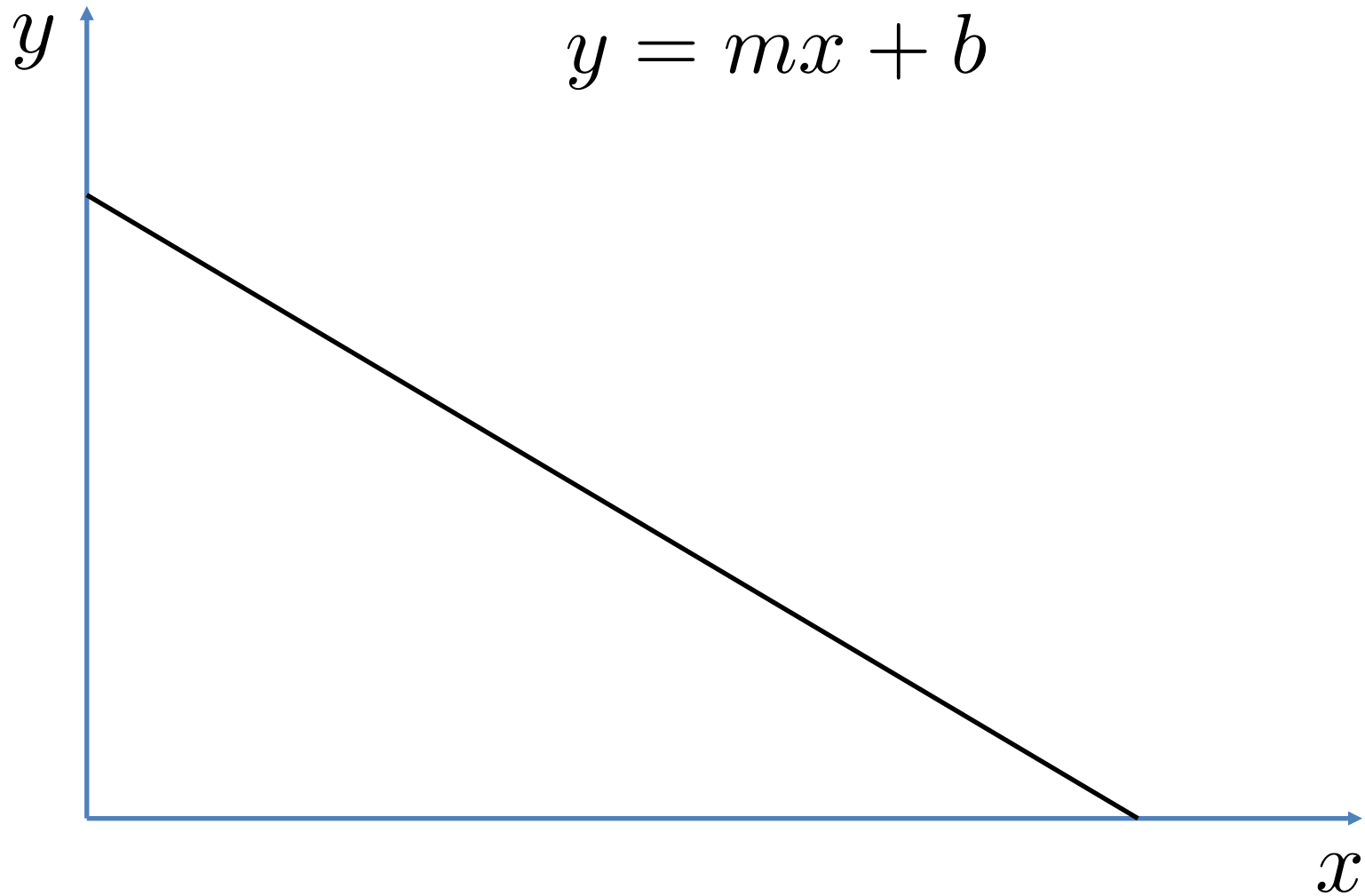
Transformada de Hough

[Capítulo 8]

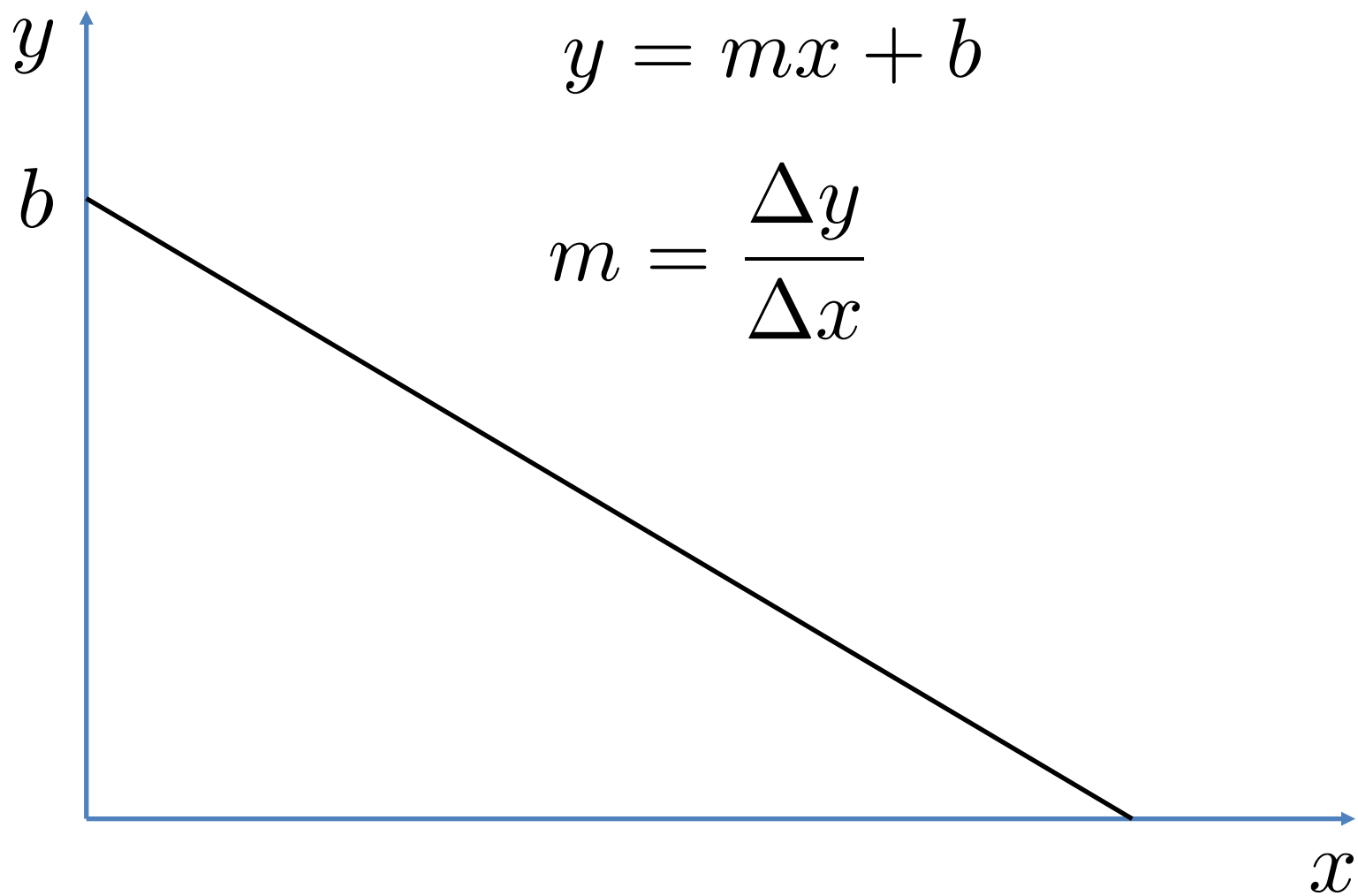
Dr. José Ramón Iglesias

DSP-ASIC BUILDER GROUP
Director Semillero TRIAC
Ingeniería Electronica
Universidad Popular del Cesar

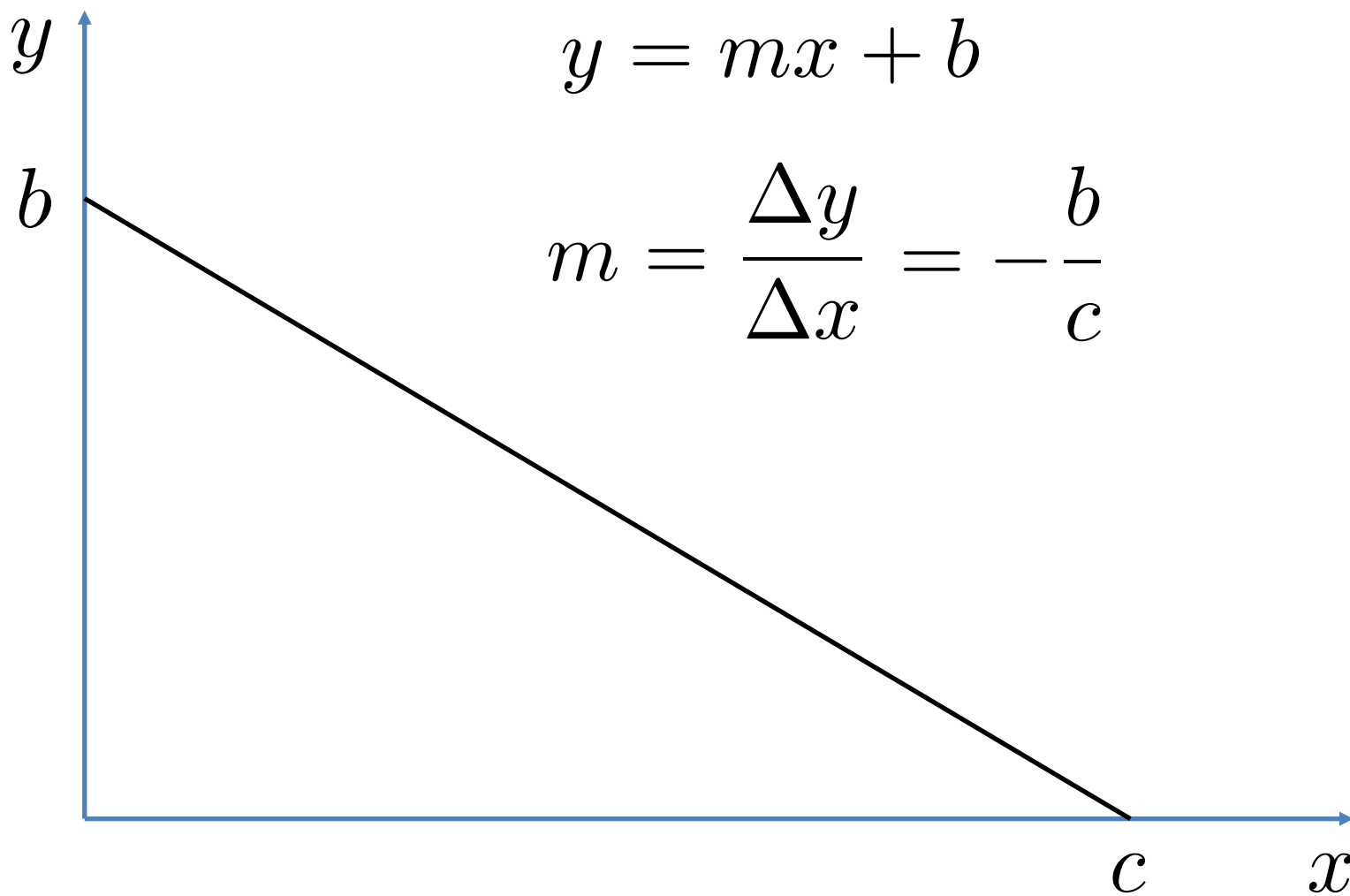
Representación de una Recta



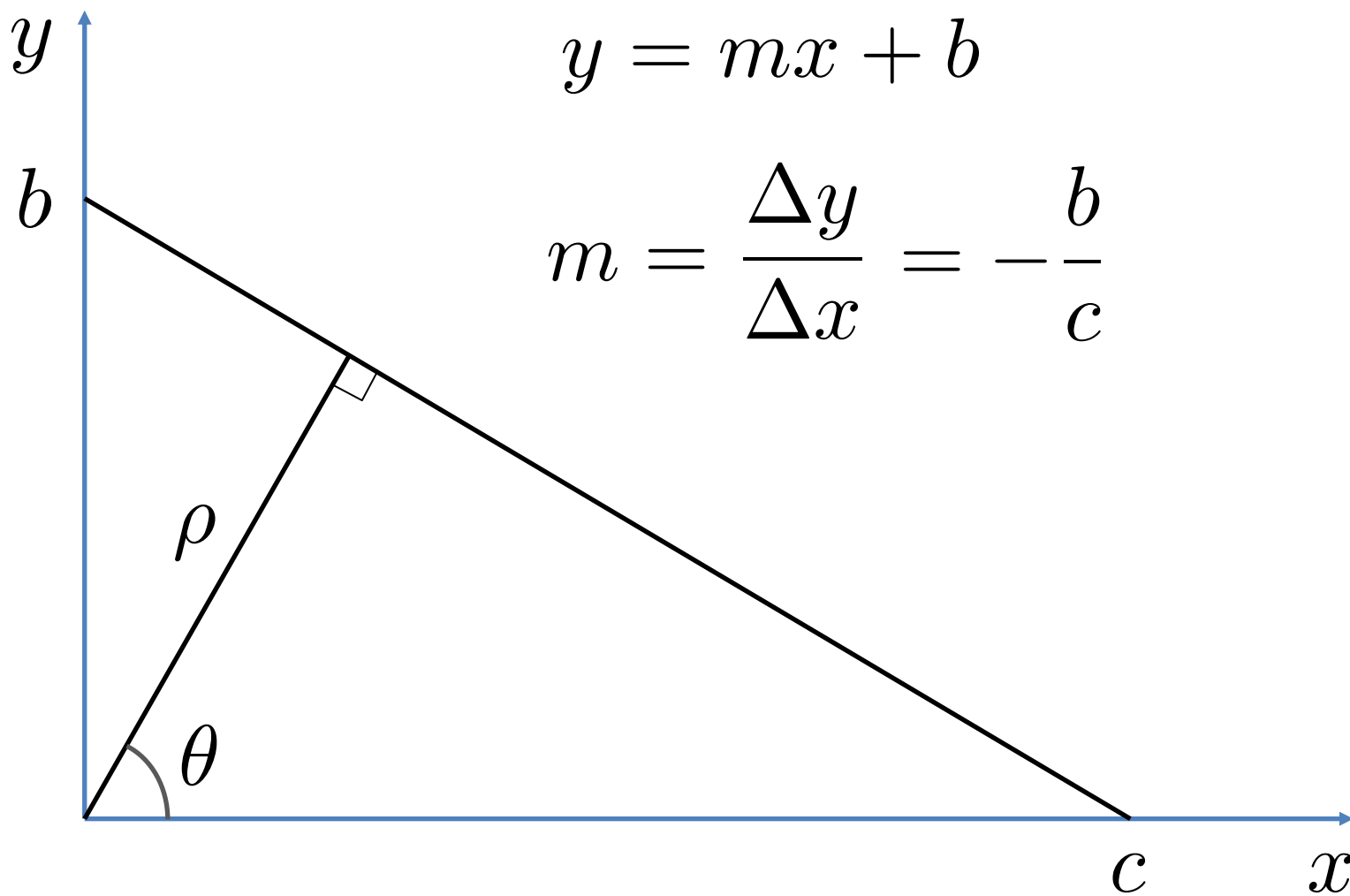
Representación de una Recta



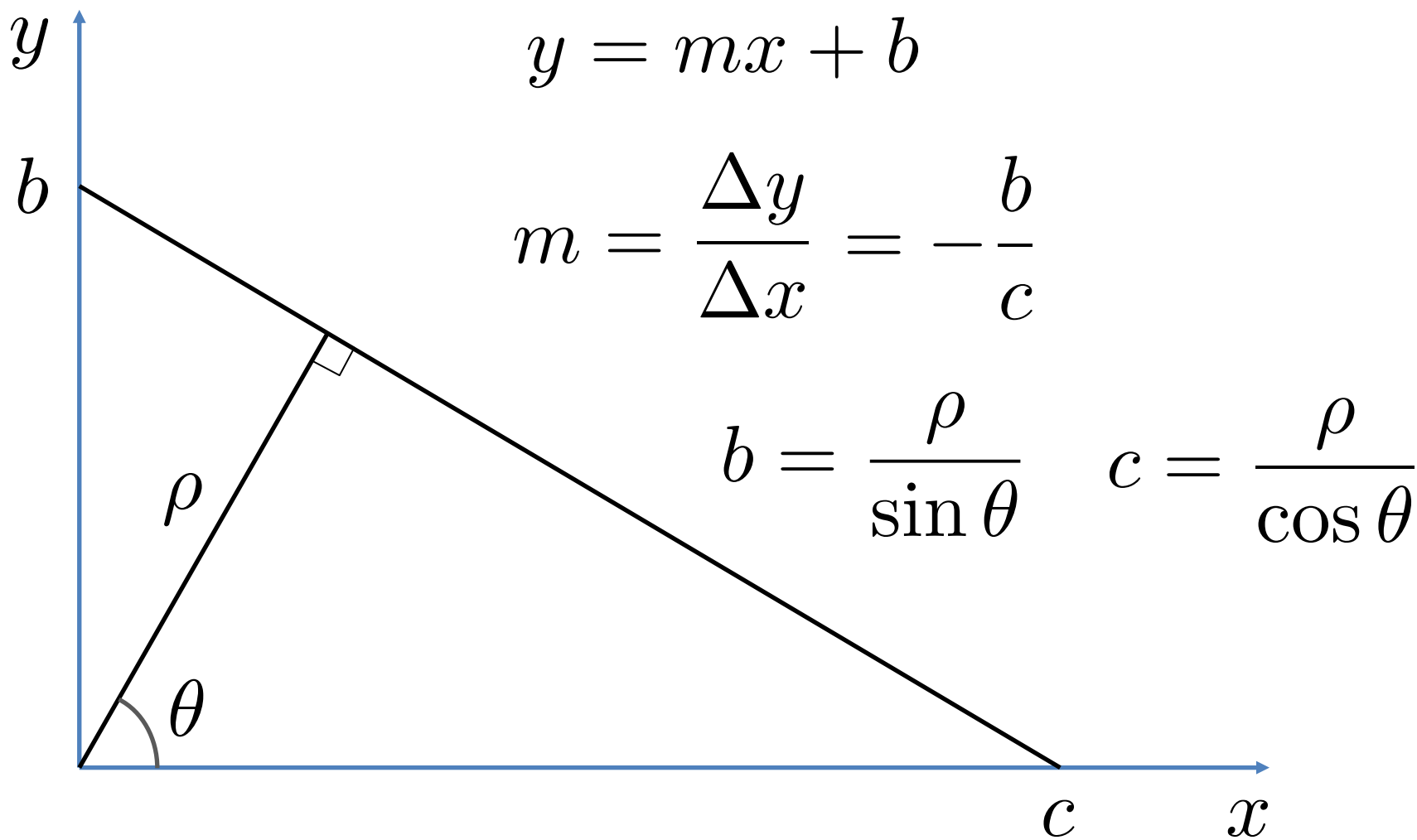
Representación de una Recta



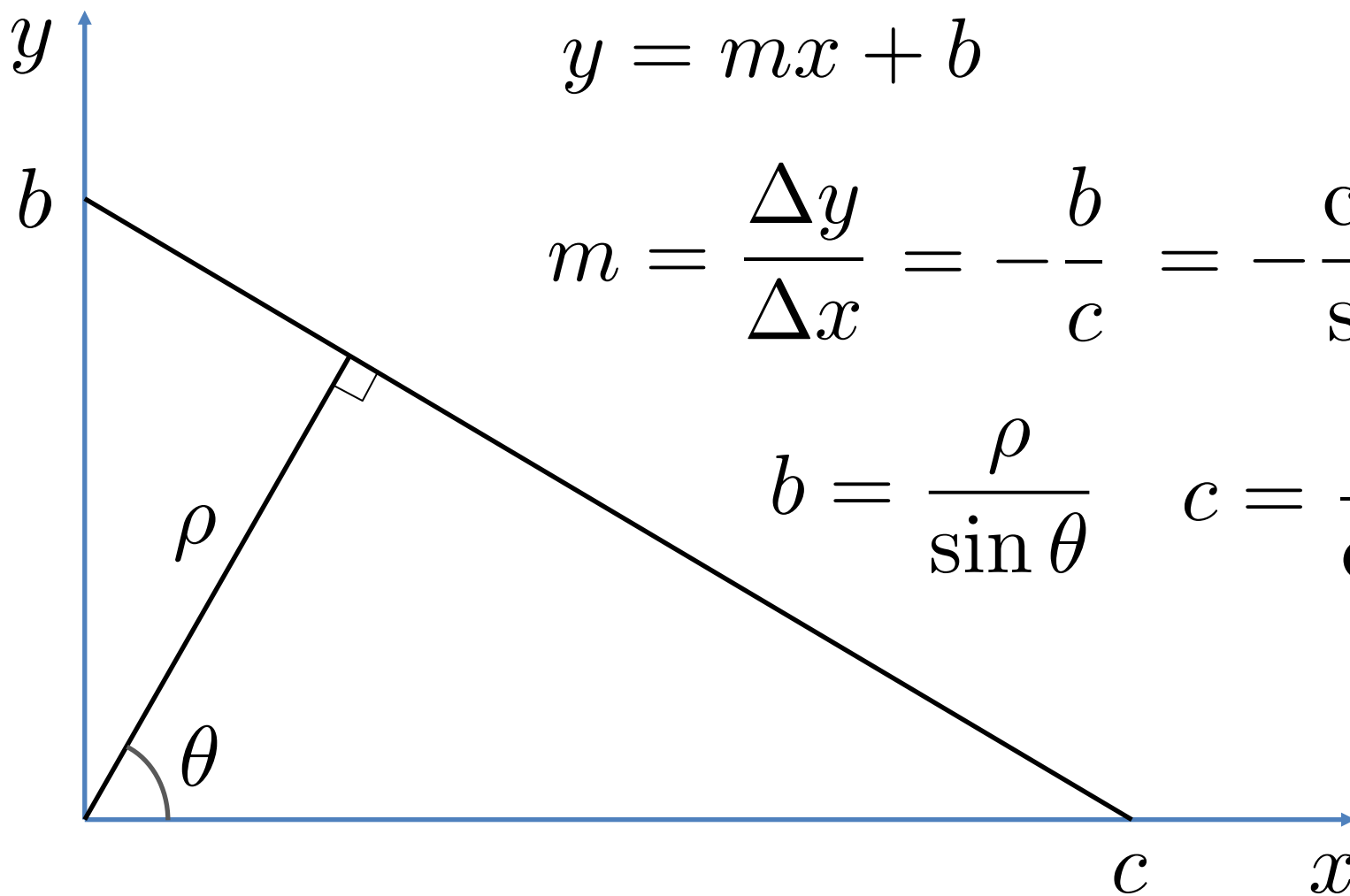
Representación de una Recta



Representación de una Recta



Representación de una Recta



$$y = mx + b$$

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = -\frac{b}{c} = -\frac{\cos \theta}{\sin \theta}$$

$$b = \frac{\rho}{\sin \theta} \quad c = \frac{\rho}{\cos \theta}$$

Representación de una Recta

The diagram illustrates the conversion of the slope-intercept form of a line equation to its normal form. A blue line with arrows at both ends connects the y term in the final equation to the y term in the initial equation. The initial equation is $y = mx + b$. The slope m is defined as $m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = -\frac{b}{c}$, which is then equated to $-\frac{\cos \theta}{\sin \theta}$. The y-intercept b is defined as $b = \frac{\rho}{\sin \theta}$, and the x-intercept c is defined as $c = \frac{\rho}{\cos \theta}$. Finally, the equation is rewritten as $y = -\frac{\cos \theta}{\sin \theta}x + \frac{\rho}{\sin \theta}$.

$$y = mx + b$$
$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = -\frac{b}{c} = -\frac{\cos \theta}{\sin \theta}$$
$$b = \frac{\rho}{\sin \theta} \quad c = \frac{\rho}{\cos \theta}$$
$$y = -\frac{\cos \theta}{\sin \theta}x + \frac{\rho}{\sin \theta}$$

Representación de una Recta


$$y = mx + b$$

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = -\frac{b}{c} = -\frac{\cos \theta}{\sin \theta}$$

$$b = \frac{\rho}{\sin \theta} \quad c = \frac{\rho}{\cos \theta}$$

$$y = -\frac{\cos \theta}{\sin \theta} x + \frac{\rho}{\sin \theta}$$

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$$

Representación de una Recta

$$y = mx + b$$

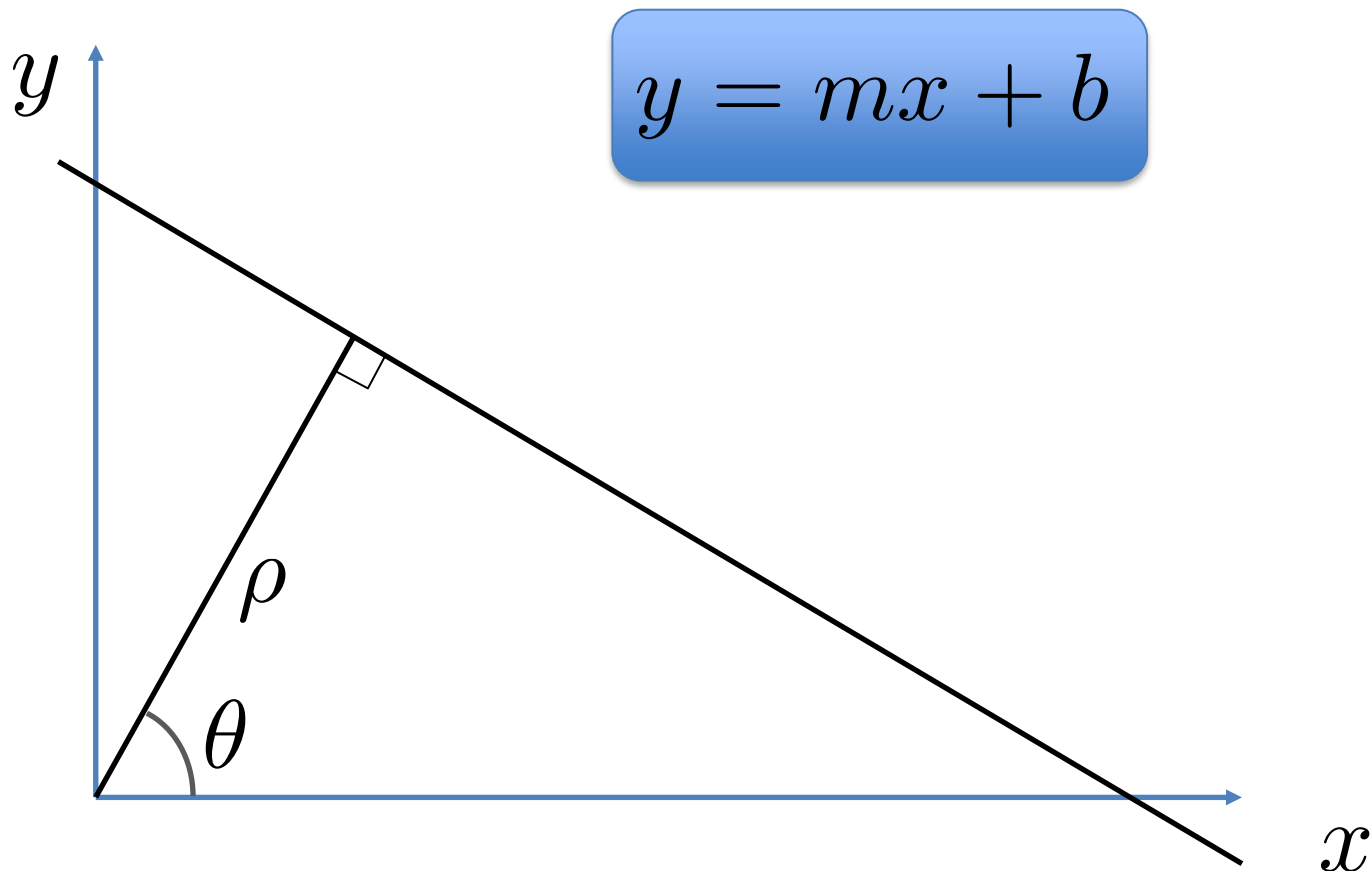
$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = -\frac{b}{c} = -\frac{\cos \theta}{\sin \theta}$$

$$b = \frac{\rho}{\sin \theta} \quad c = \frac{\rho}{\cos \theta}$$

$$y = -\frac{\cos \theta}{\sin \theta}x + \frac{\rho}{\sin \theta}$$

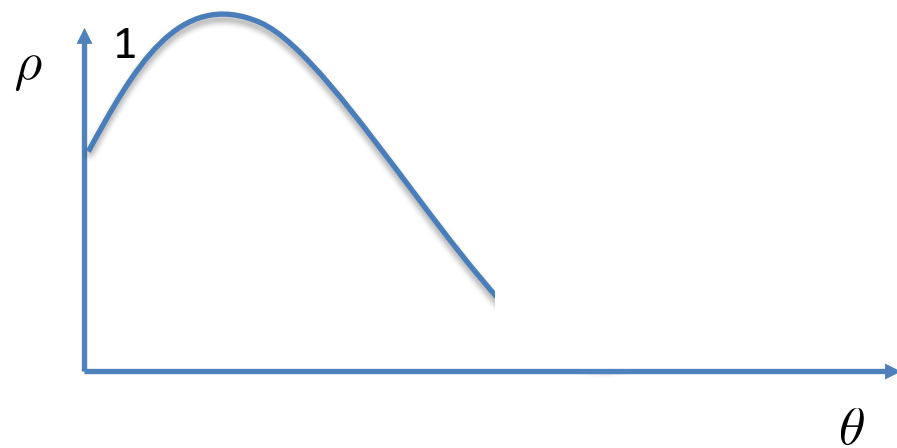
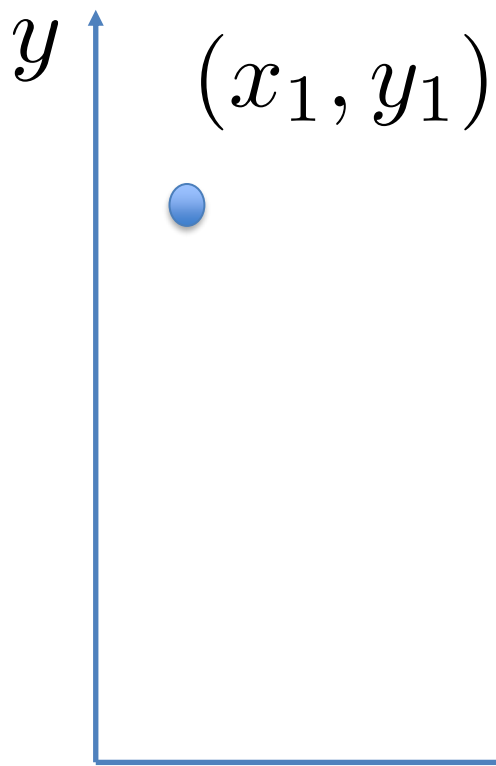
$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$$

Representación de una Recta



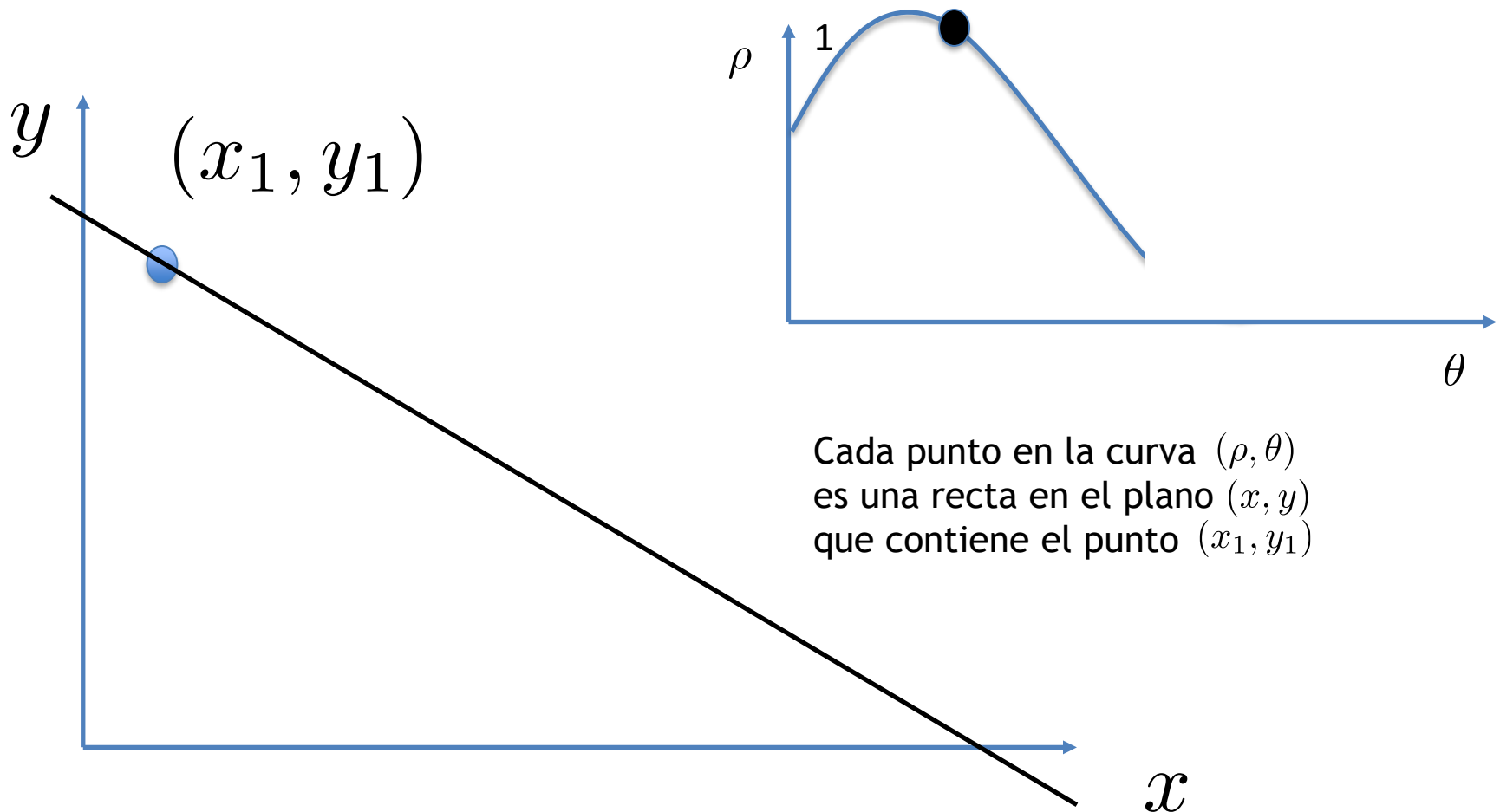
$$y = mx + b$$

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$$



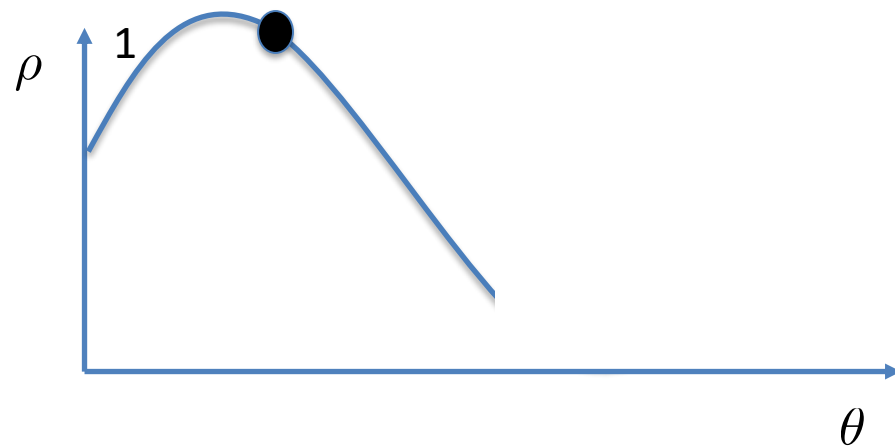
Cada punto en la curva (ρ, θ)
es una recta en el plano (x, y)
que contiene el punto (x_1, y_1)

$$\rho = x_1 \cos \theta + y_1 \sin \theta$$



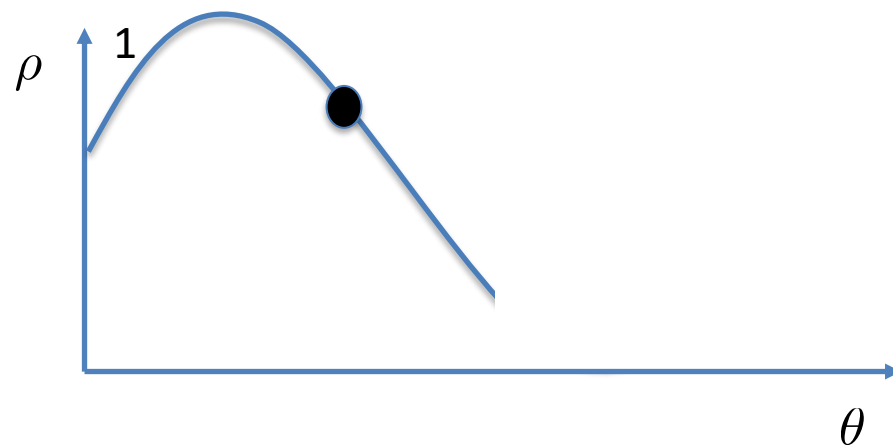
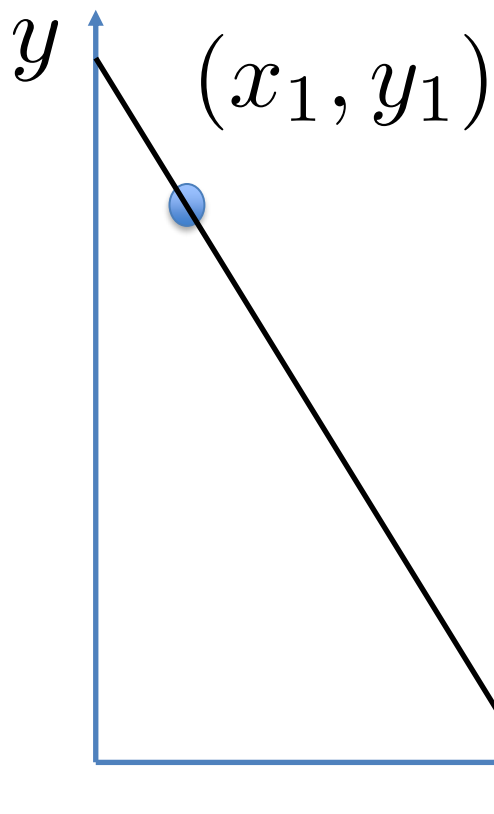
The diagram consists of two coordinate systems. The main one on the left is a Cartesian system with a horizontal x -axis and a vertical y -axis. A point (x_1, y_1) is marked with a blue dot in the second quadrant. A black line passes through this point, extending from the upper left to the lower right. The second coordinate system is smaller and located in the upper right. It has a vertical axis labeled ρ and a horizontal axis labeled θ . A blue curve is plotted in this system, starting from the ρ -axis, reaching a peak, and then descending. A black dot is placed on the curve at its maximum ρ value, which is labeled as 1 on the ρ -axis.

(x_1, y_1)



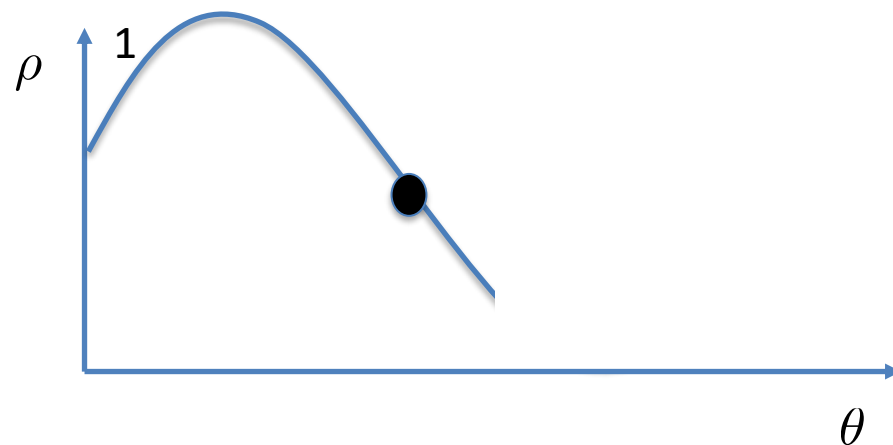
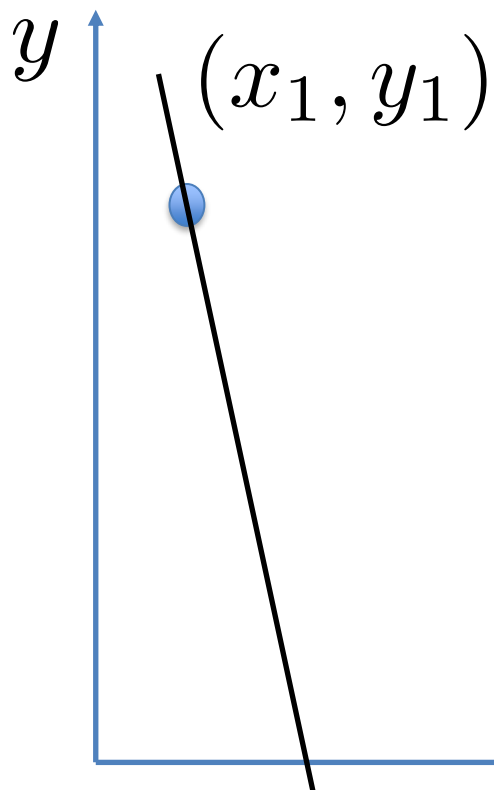
Cada punto en la curva (ρ, θ)
es una recta en el plano (x, y)
que contiene el punto (x_1, y_1)

$$\rho = x_1 \cos \theta + y_1 \sin \theta$$



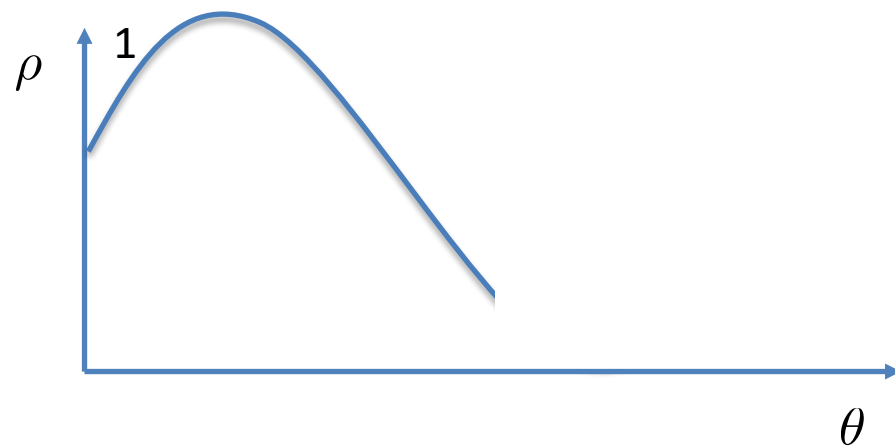
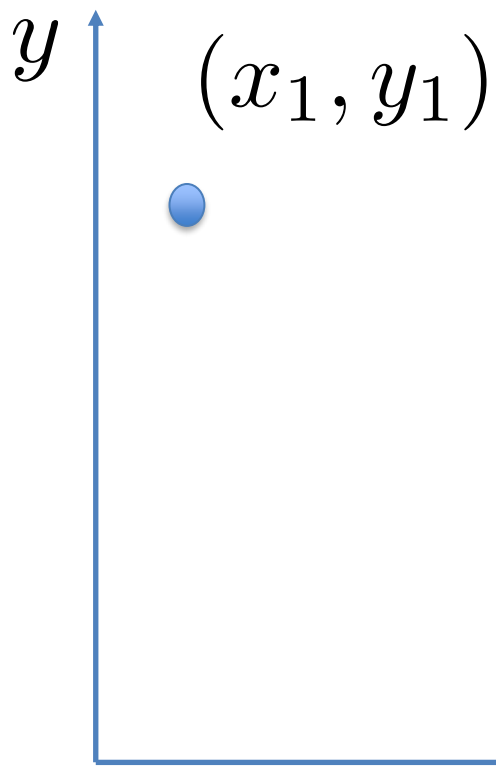
Cada punto en la curva (ρ, θ)
es una recta en el plano (x, y)
que contiene el punto (x_1, y_1)

$$\rho = x_1 \cos \theta + y_1 \sin \theta$$



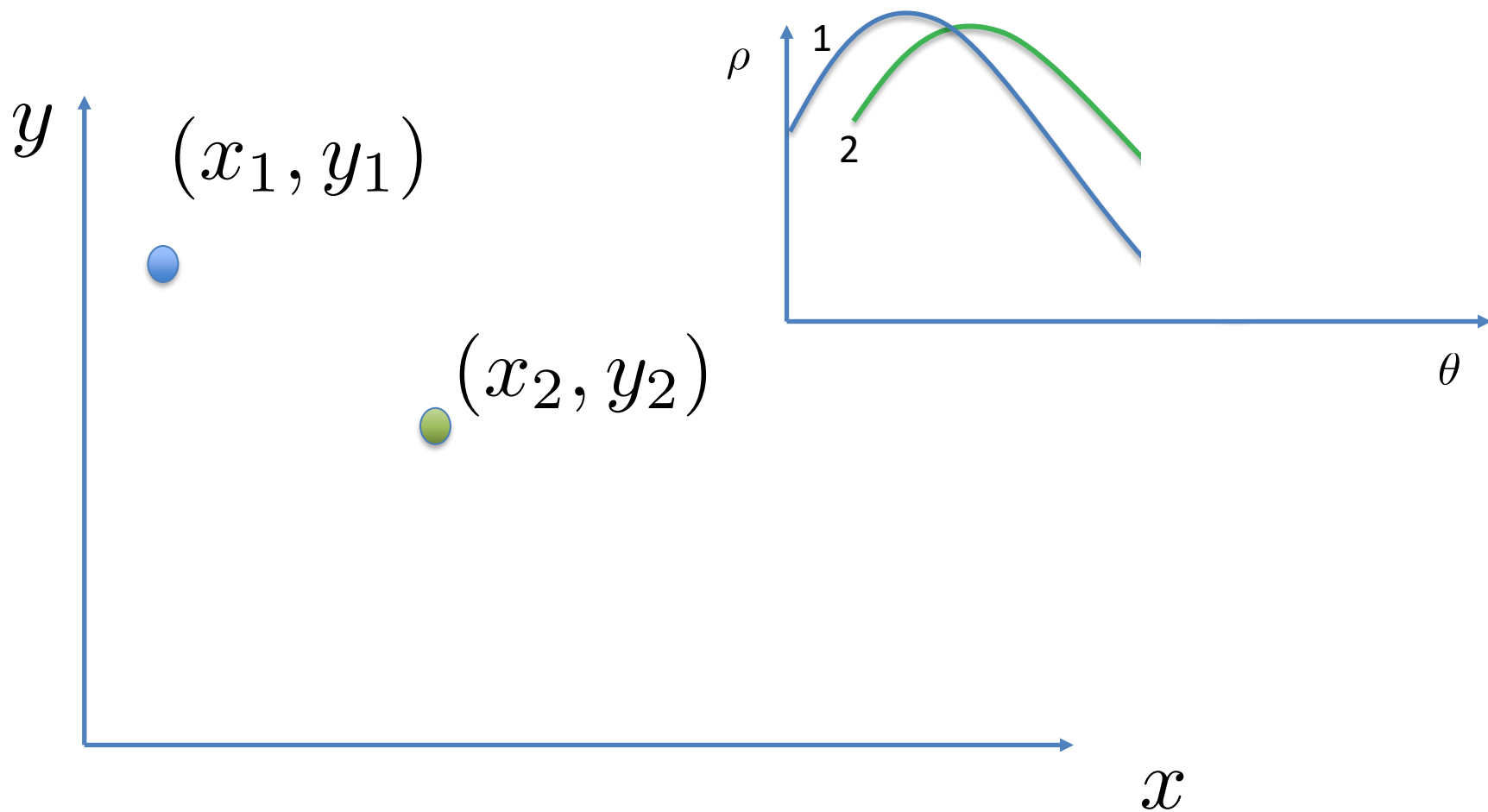
Cada punto en la curva (ρ, θ)
es una recta en el plano (x, y)
que contiene el punto (x_1, y_1)

$$\rho = x_1 \cos \theta + y_1 \sin \theta$$

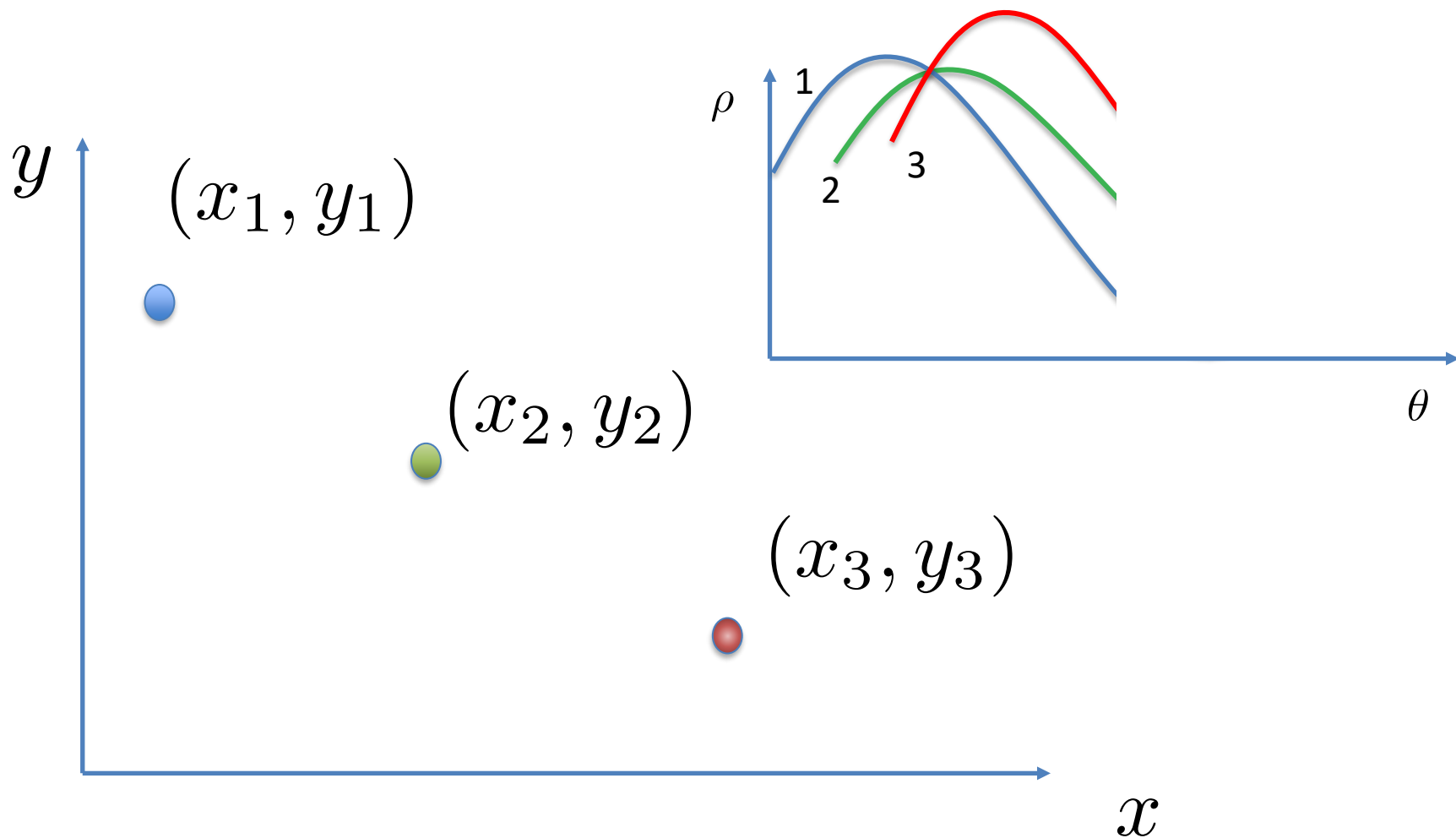


Cada punto en la curva (ρ, θ)
es una recta en el plano (x, y)
que contiene el punto (x_1, y_1)

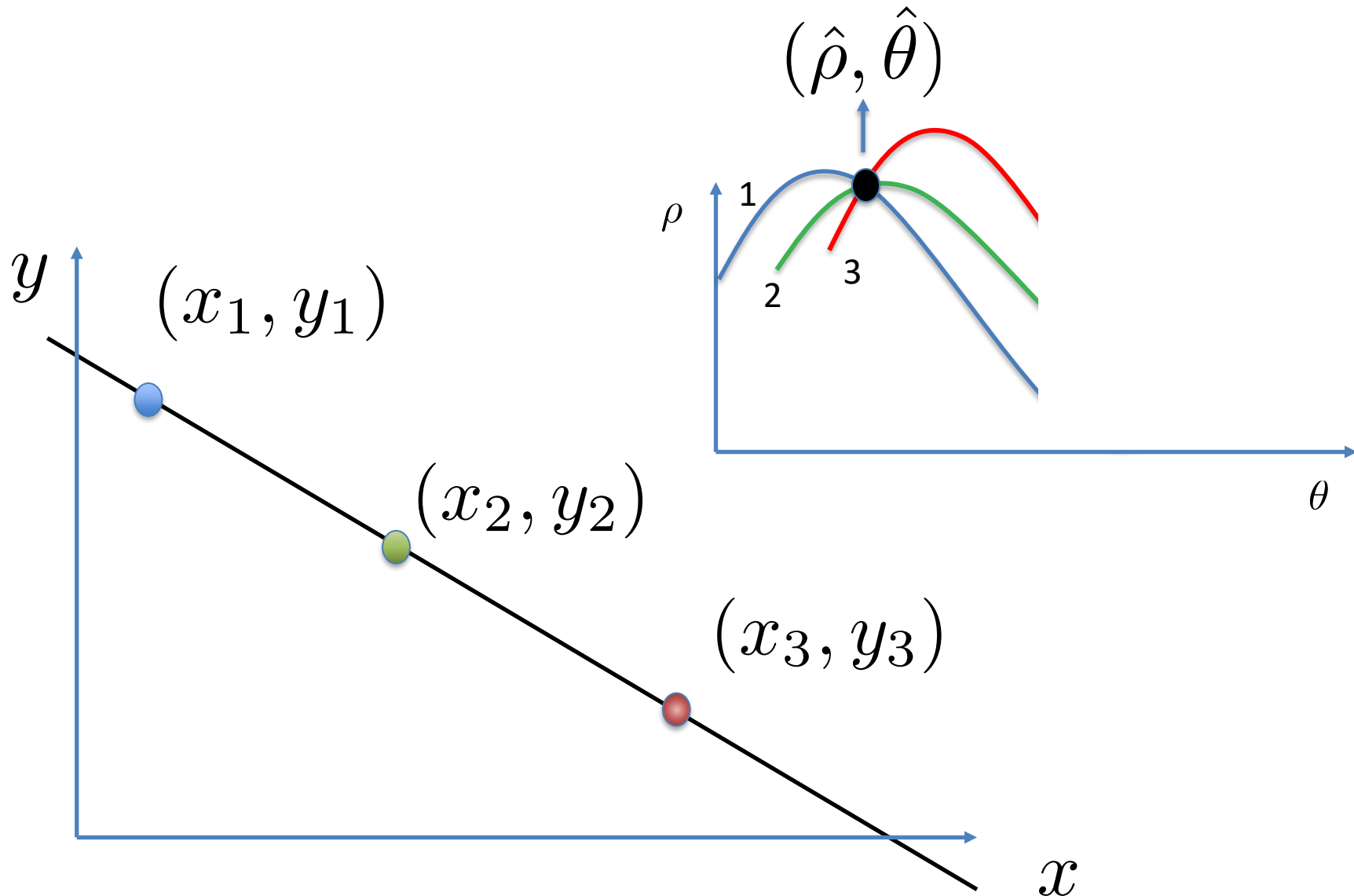
$$\rho = x_1 \cos \theta + y_1 \sin \theta$$

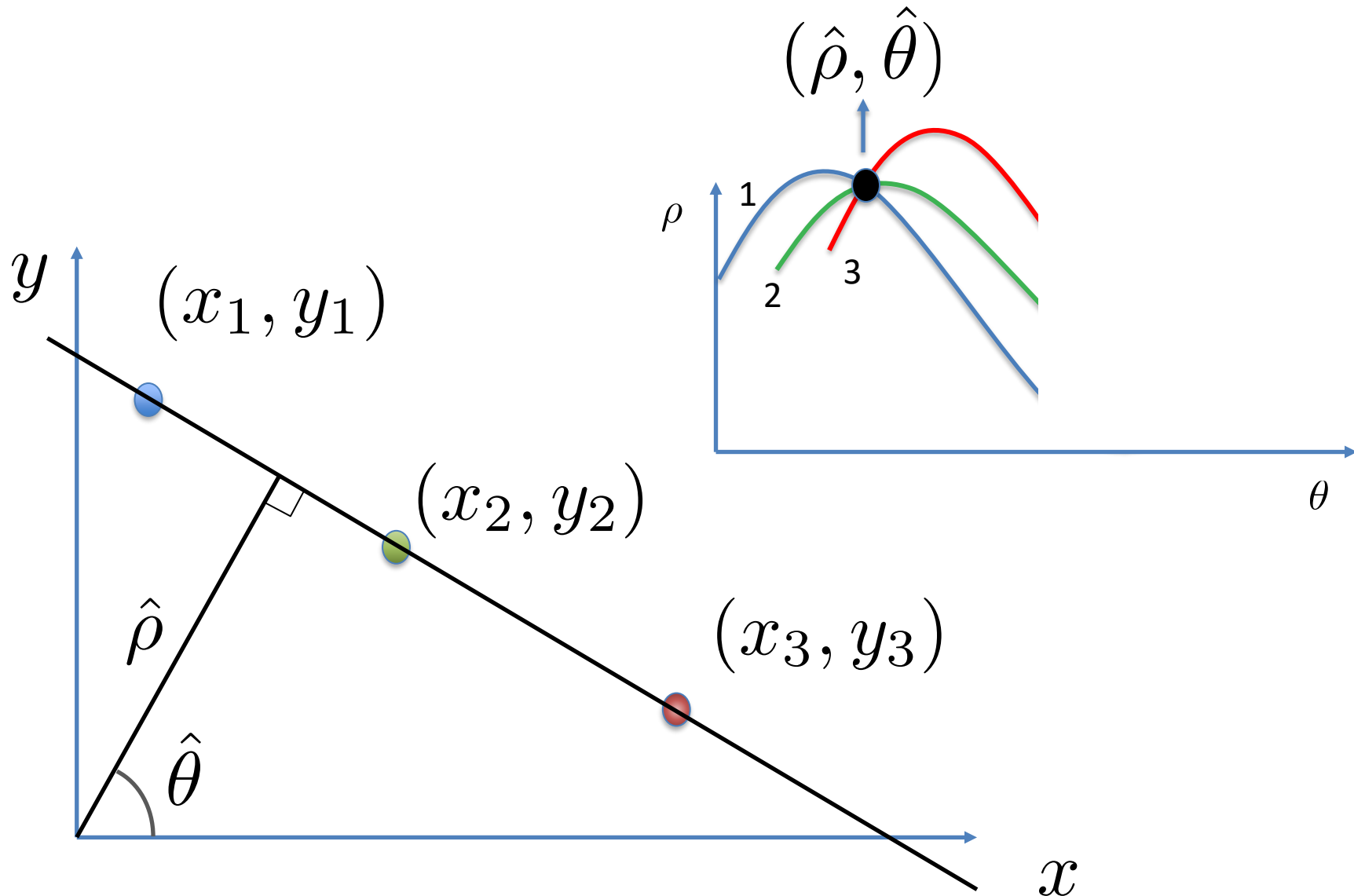


$$\rho = x_2 \cos \theta + y_2 \sin \theta$$

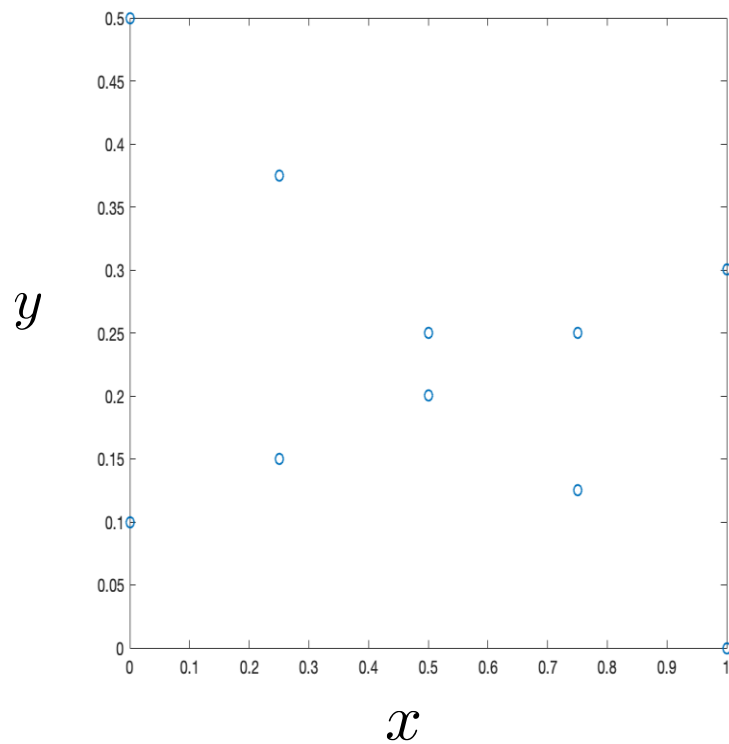


$$\rho = x_3 \cos \theta + y_3 \sin \theta$$

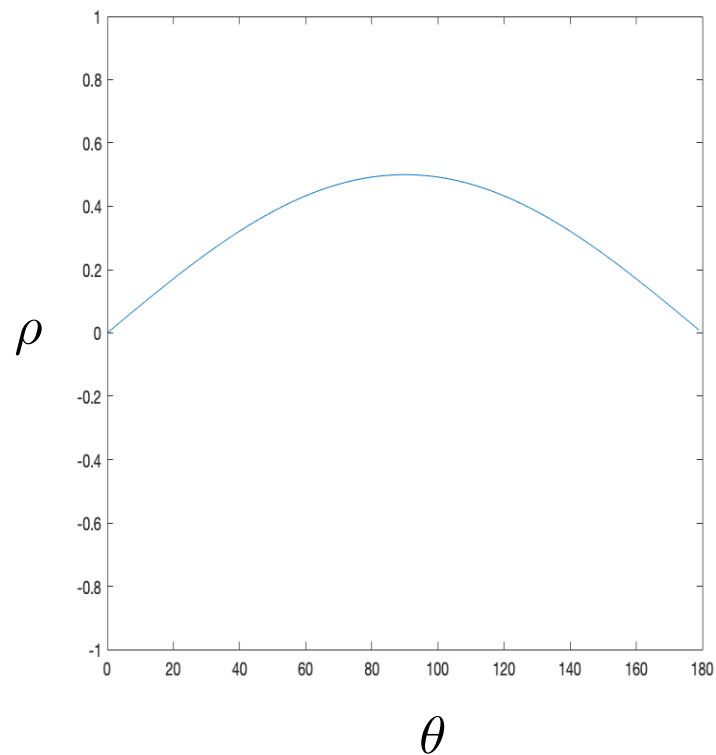
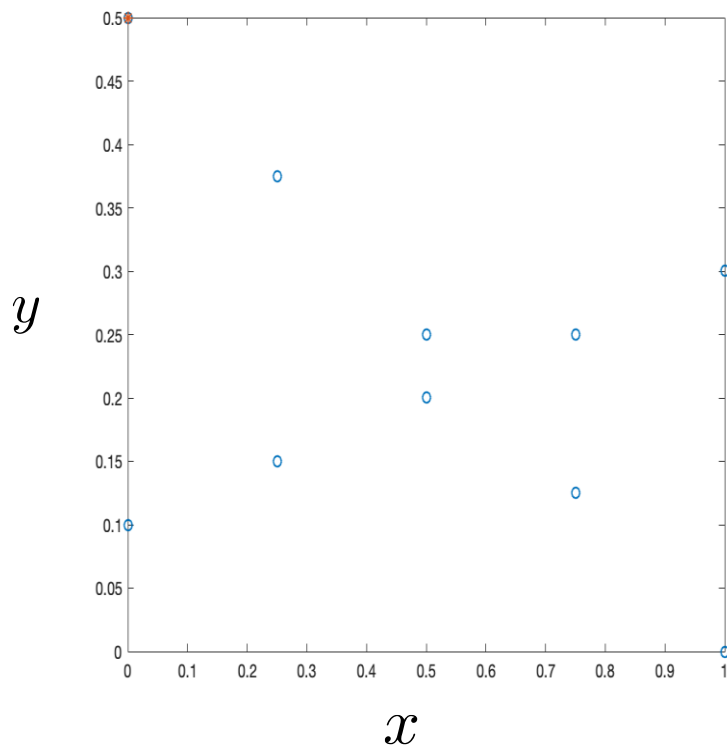




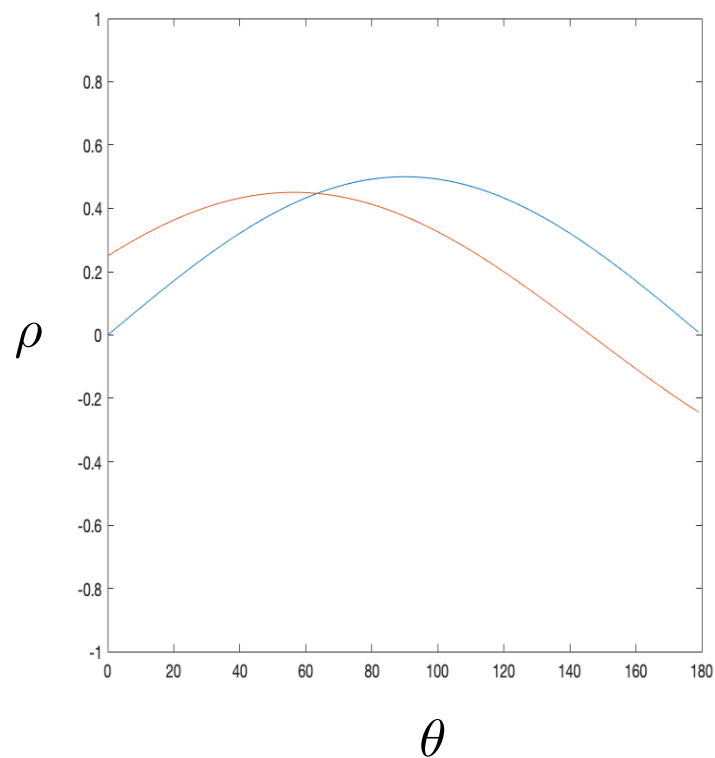
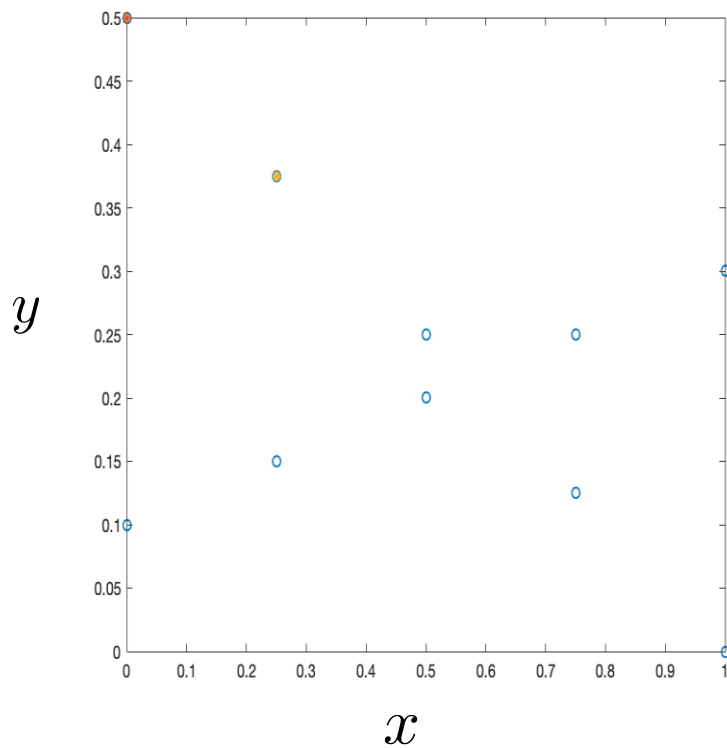
Ejemplo: Puntos que pertenecen a dos líneas



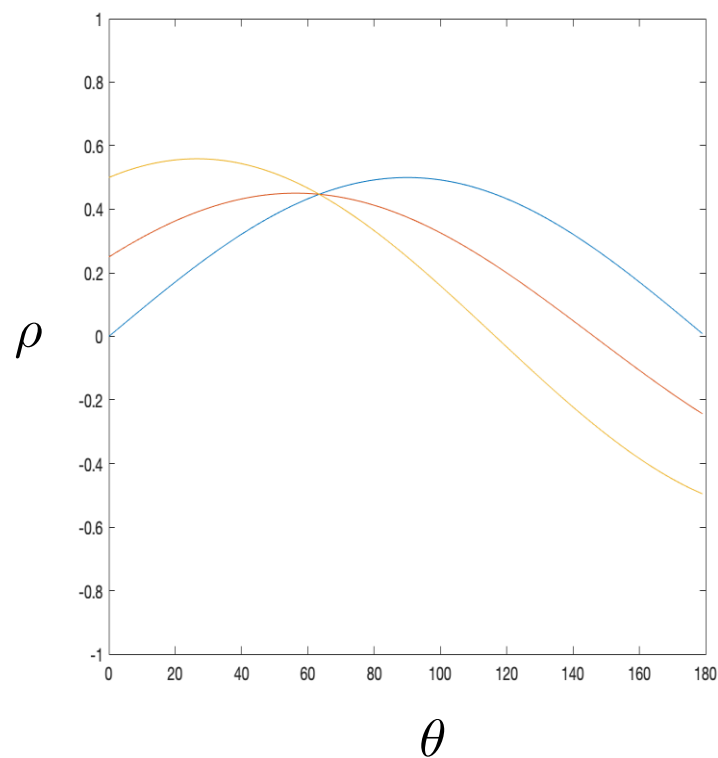
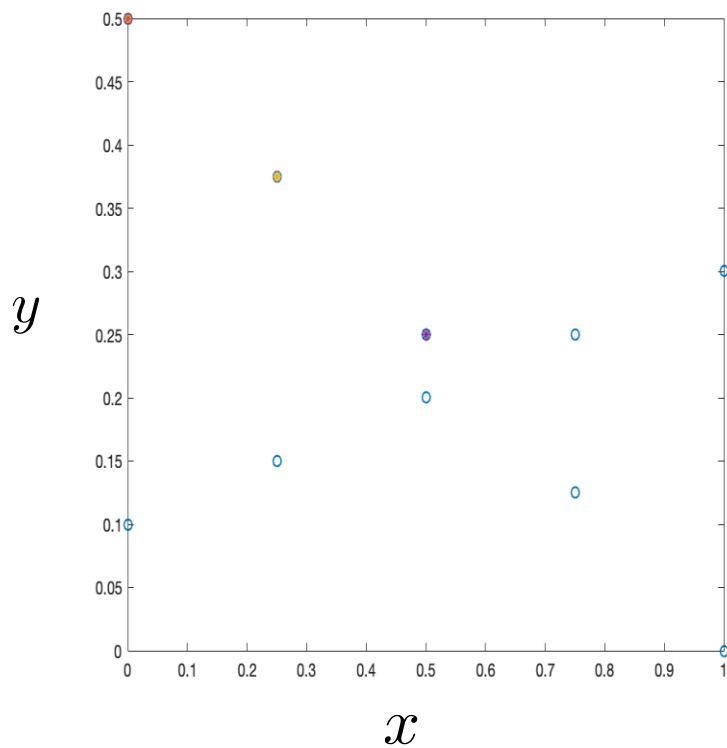
Ejemplo: Puntos que pertenecen a dos líneas



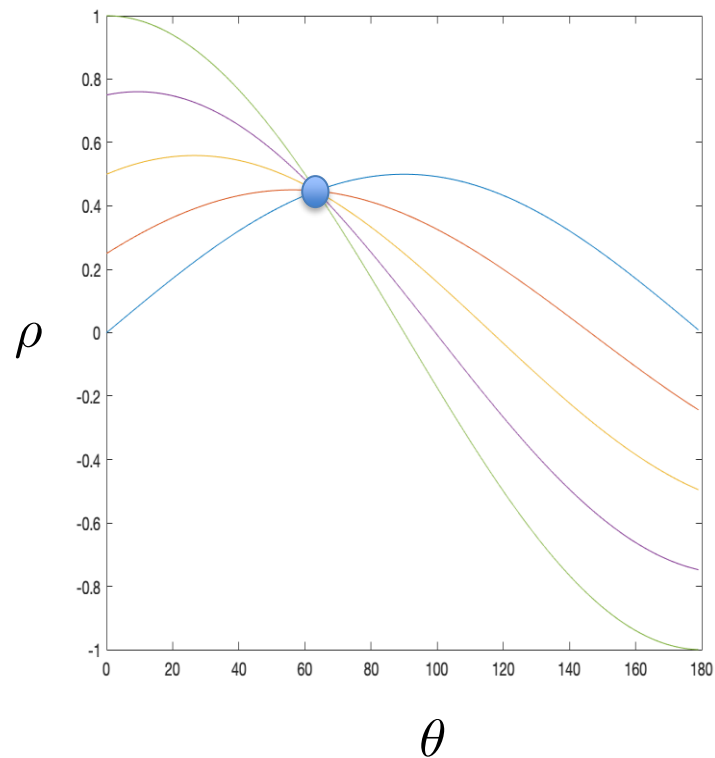
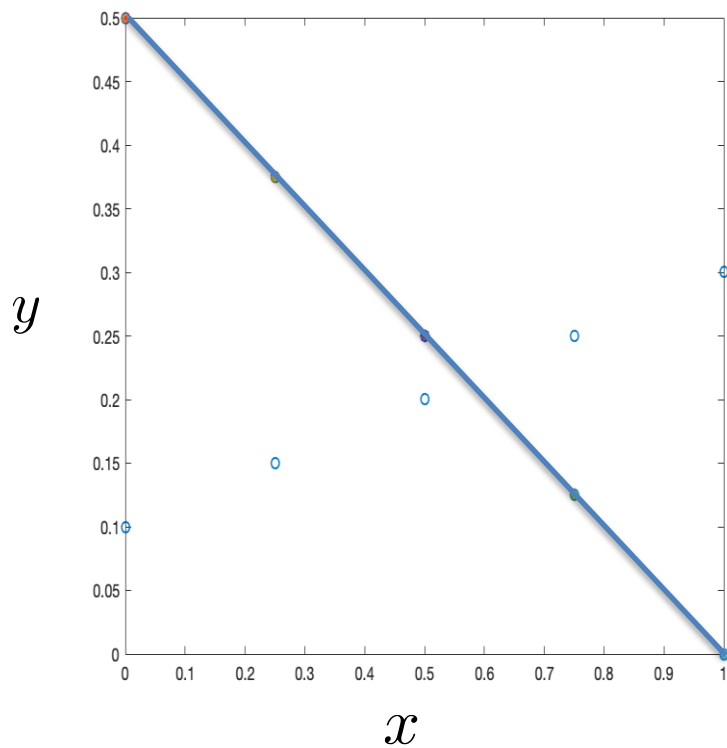
Ejemplo: Puntos que pertenecen a dos líneas



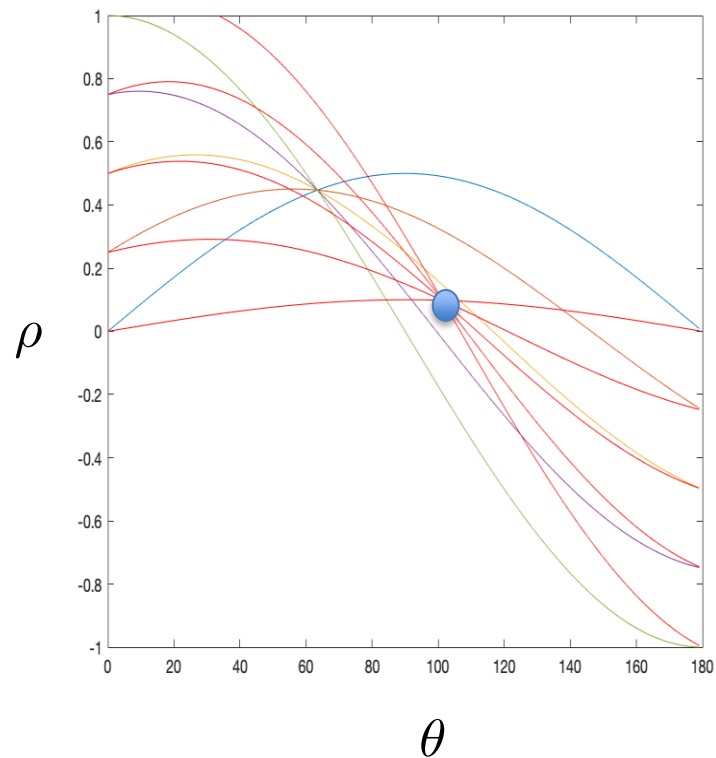
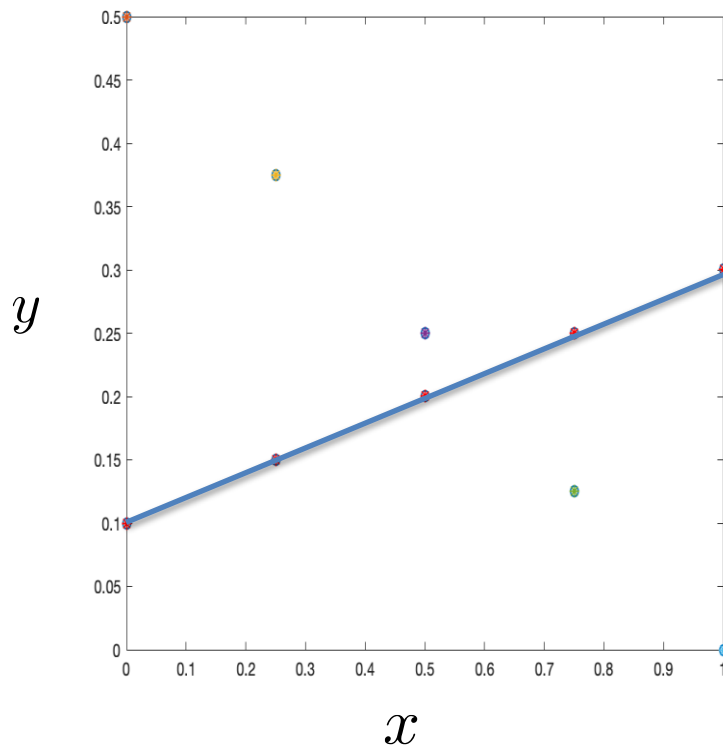
Ejemplo: Puntos que pertenecen a dos líneas



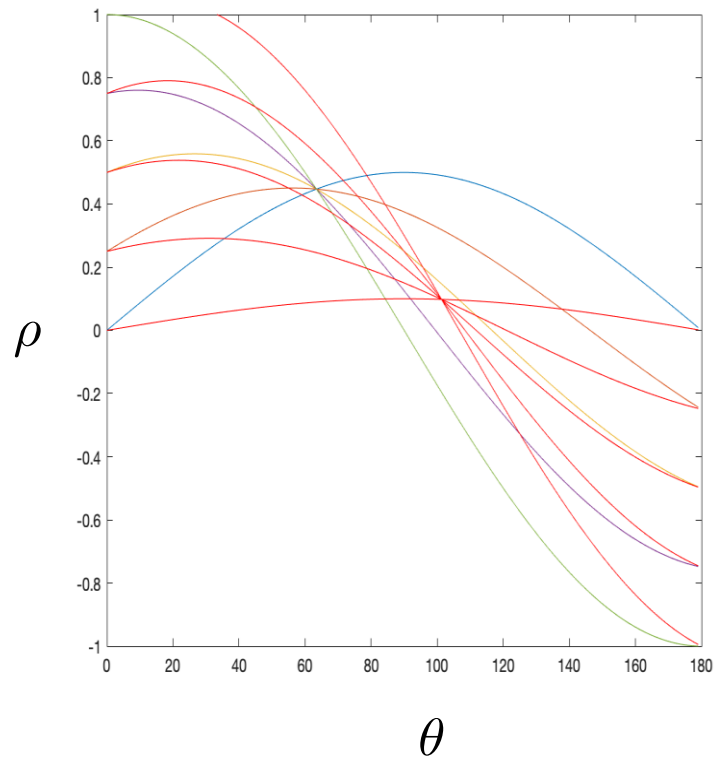
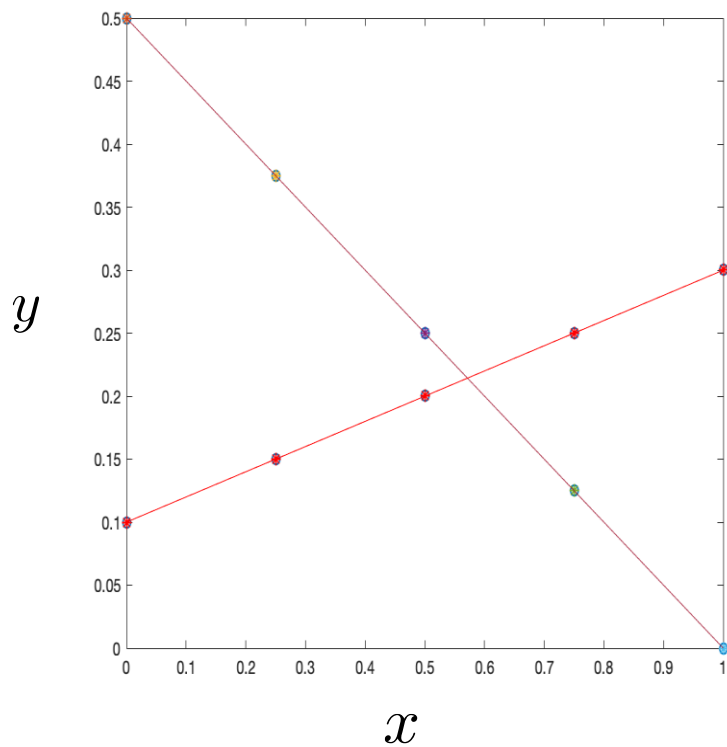
Ejemplo: Puntos que pertenecen a dos líneas



Ejemplo: Puntos que pertenecen a dos líneas



Ejemplo: Puntos que pertenecen a dos líneas



Algoritmo de detección de líneas rectas en imágenes

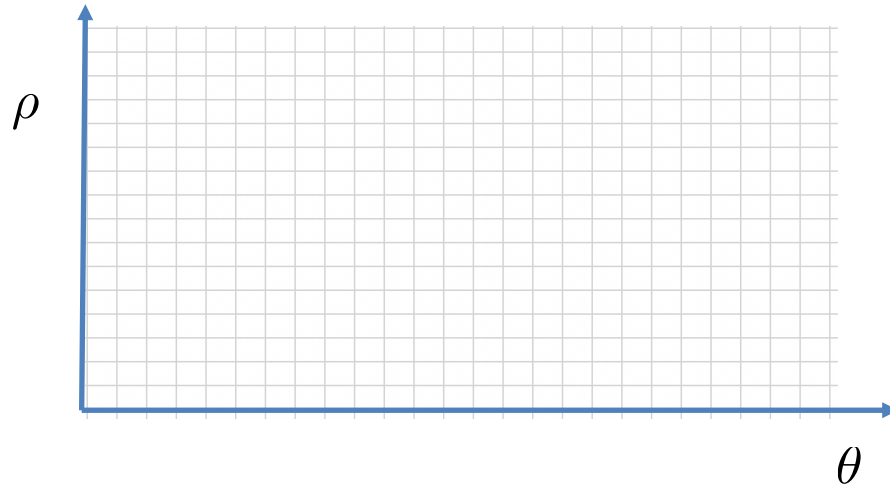
Algoritmo de detección de líneas rectas en imágenes

0. Leer imagen de entrada X

Algoritmo de detección de líneas rectas en imágenes

0. Leer imagen de entrada X

1. Inicializar en cero H, el histograma 2D



Algoritmo de detección de líneas rectas en imágenes

0. Leer imagen de entrada X

1. Inicializar en cero H , el histograma 2D (ρ, θ)

2. Calcular E , la imagen binaria de los bordes de X

Algoritmo de detección de líneas rectas en imágenes

0. Leer imagen de entrada X

1. Inicializar en cero H , el histograma 2D (ρ, θ)

2. Calcular E , la imagen binaria de los bordes de X

3. Para cada pixel '1' en E , obtener las coordenadas (x, y)

Algoritmo de detección de líneas rectas en imágenes

0. Leer imagen de entrada X

1. Inicializar en cero H , el histograma 2D (ρ, θ)

2. Calcular E , la imagen binaria de los bordes de X

3. Para cada pixel '1' en E , obtener las coordenadas (x, y)

4. Calcular la curva $\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$

Algoritmo de detección de líneas rectas en imágenes

0. Leer imagen de entrada X

1. Inicializar en cero H , el histograma 2D (ρ, θ)

2. Calcular E , la imagen binaria de los bordes de X

3. Para cada pixel '1' en E , obtener las coordenadas (x, y)

4. Calcular la curva $\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$

5. Discretizar la curva (ρ, θ) y actualizar histograma H sumando +1 en las celdas por donde pasa la curva

Algoritmo de detección de líneas rectas en imágenes

0. Leer imagen de entrada X

1. Inicializar en cero H , el histograma 2D (ρ, θ)

2. Calcular E , la imagen binaria de los bordes de X

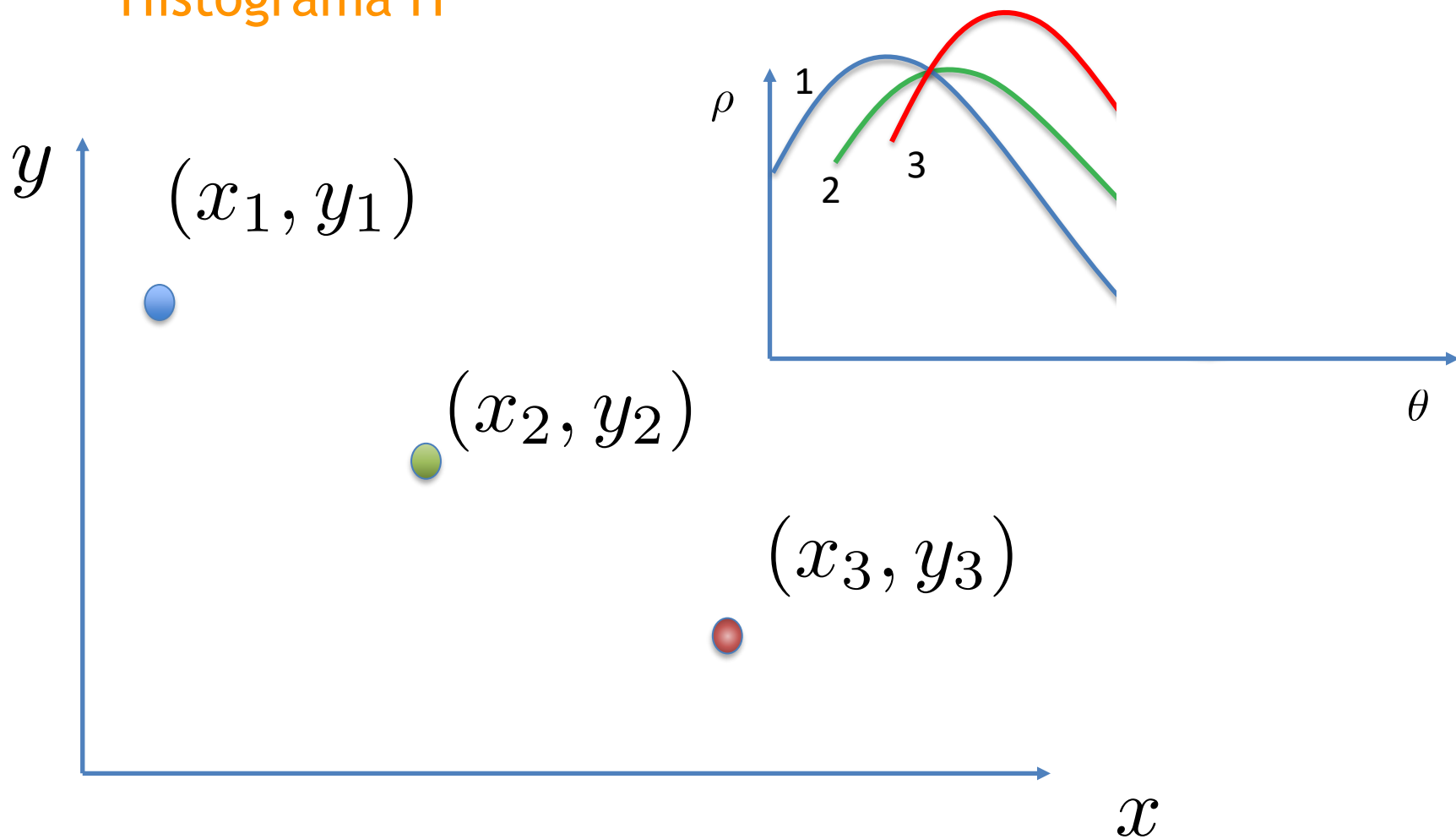
3. Para cada pixel '1' en E , obtener las coordenadas (x, y)

4. Calcular la curva $\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$

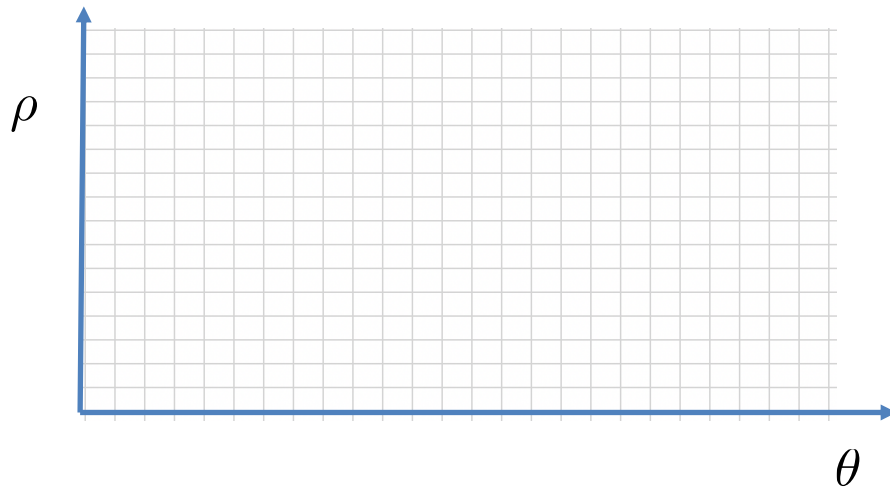
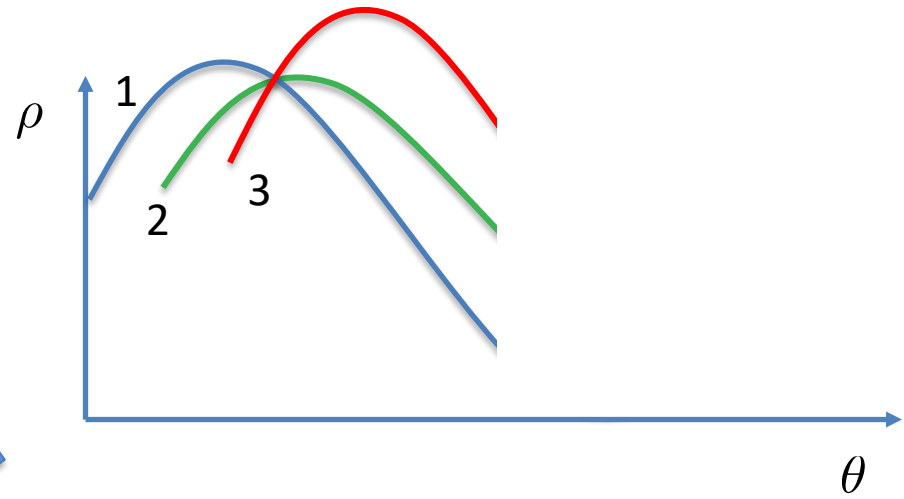
5. Discretizar la curva (ρ, θ) y actualizar histograma H sumando +1 en las celdas por donde pasa la curva

6. Buscar en H los máximos: por cada máximo hay una recta detectada en X

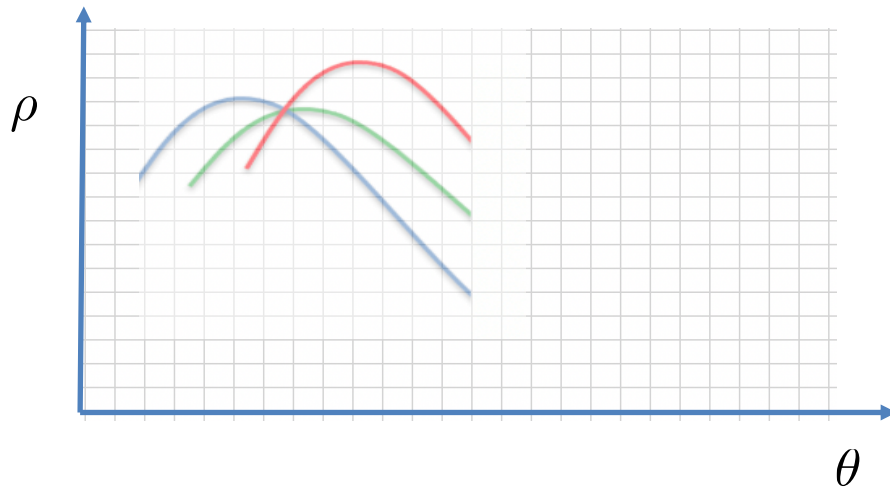
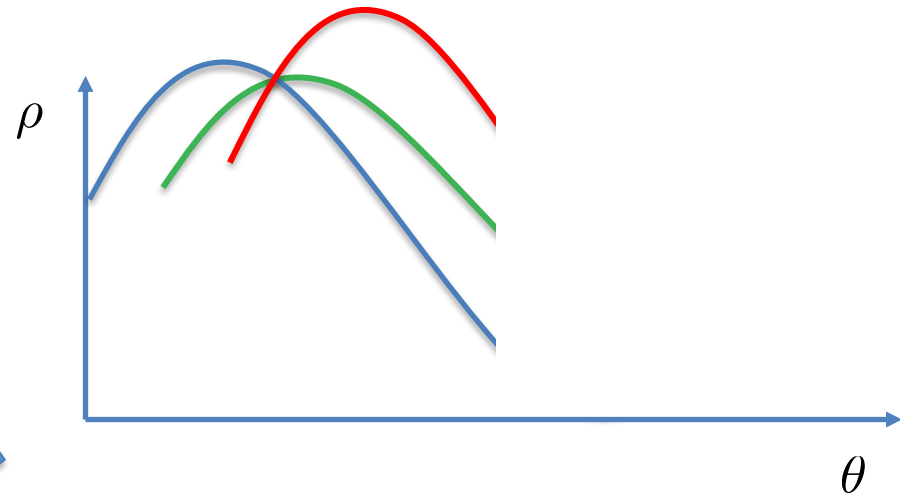
Histograma H



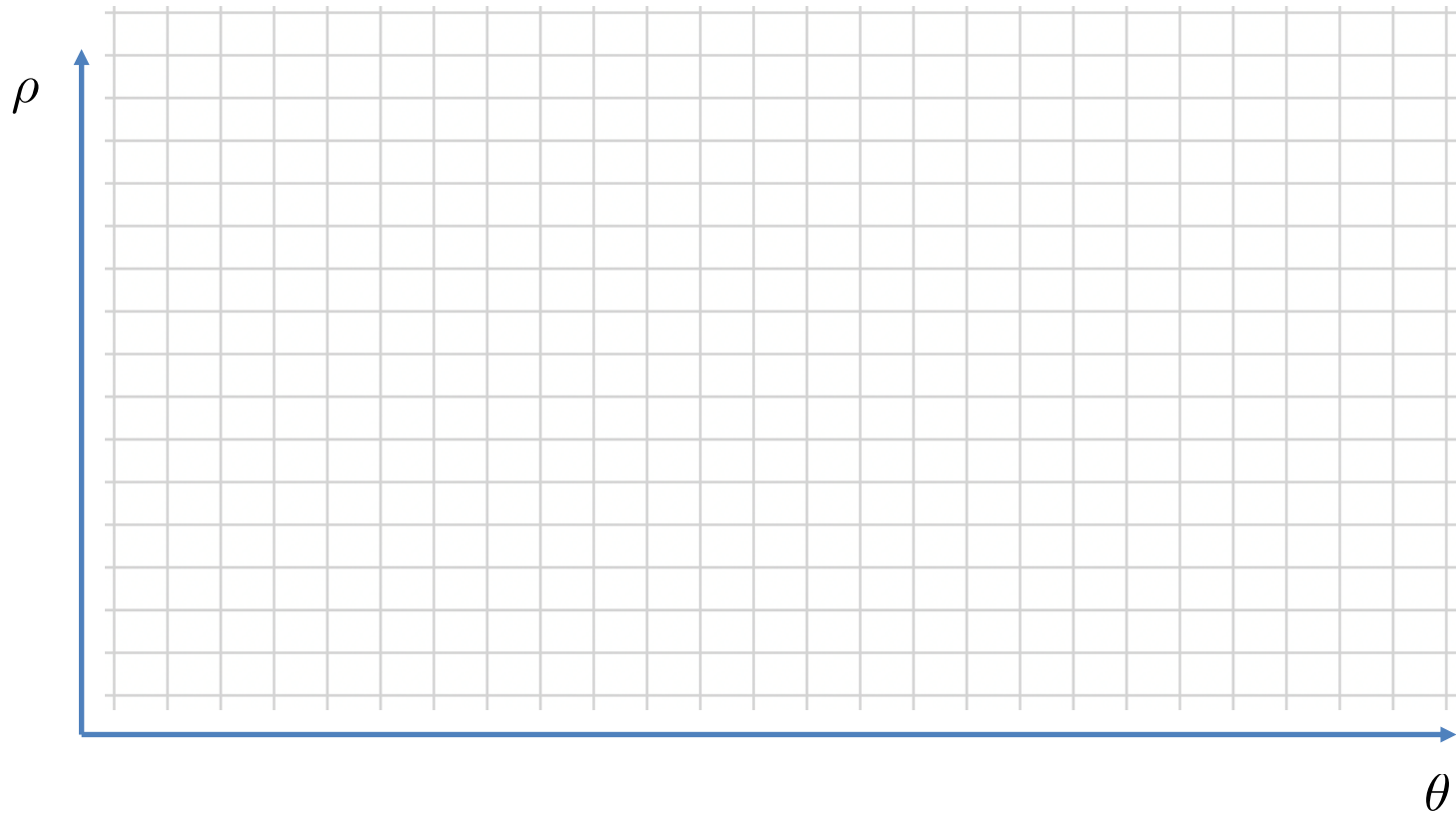
Histograma H



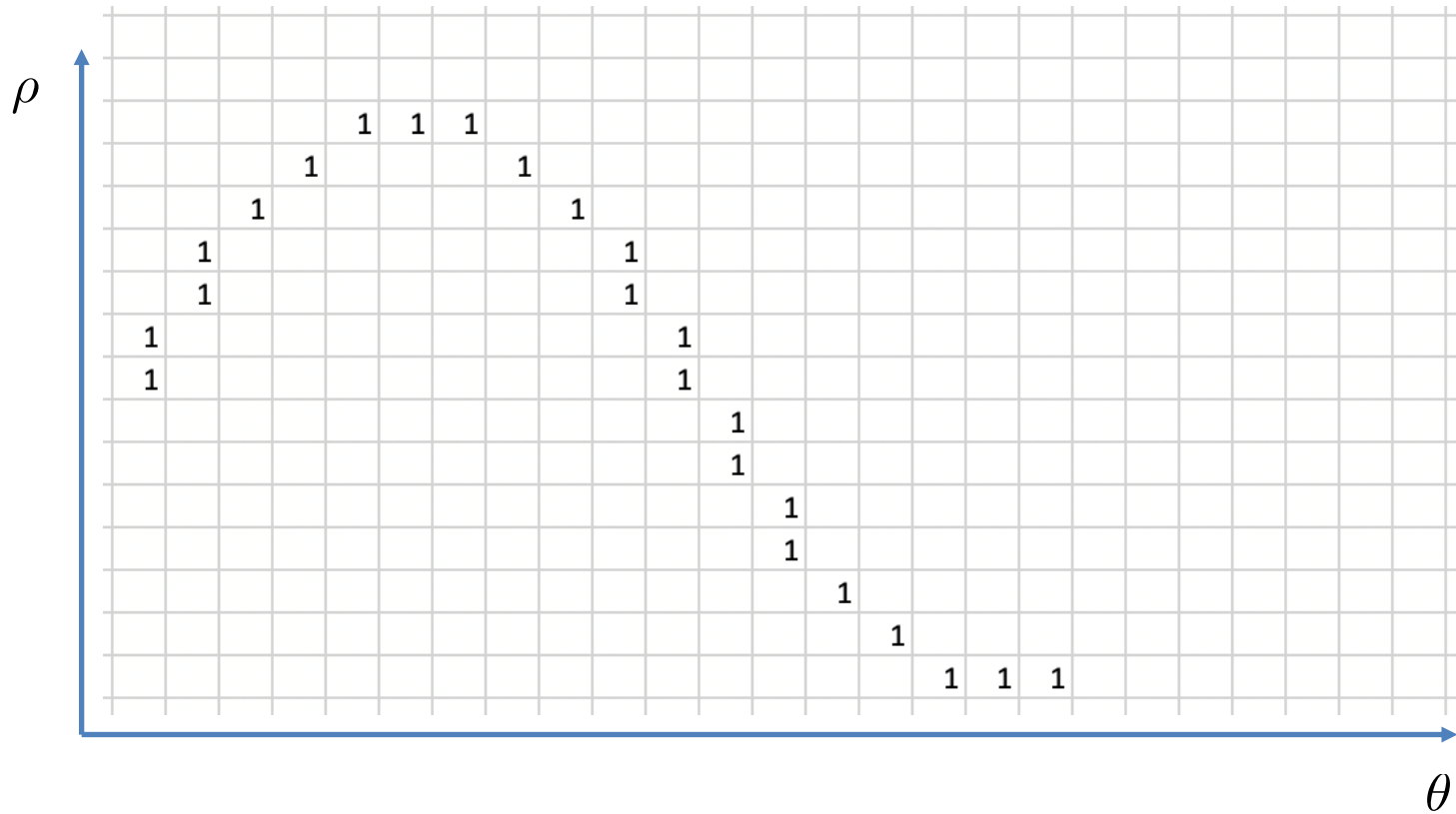
Histograma H



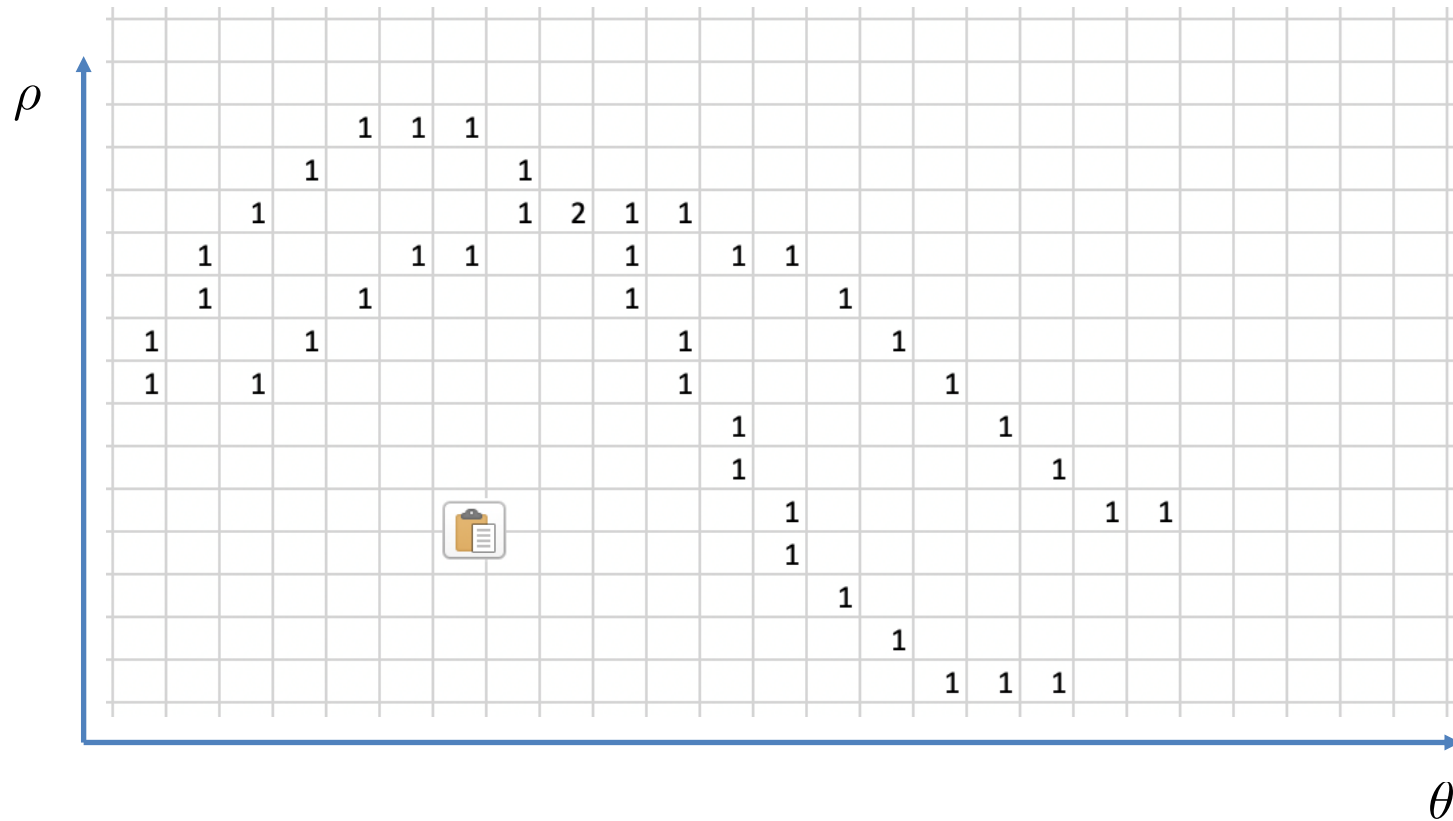
Histograma H (inicialización)



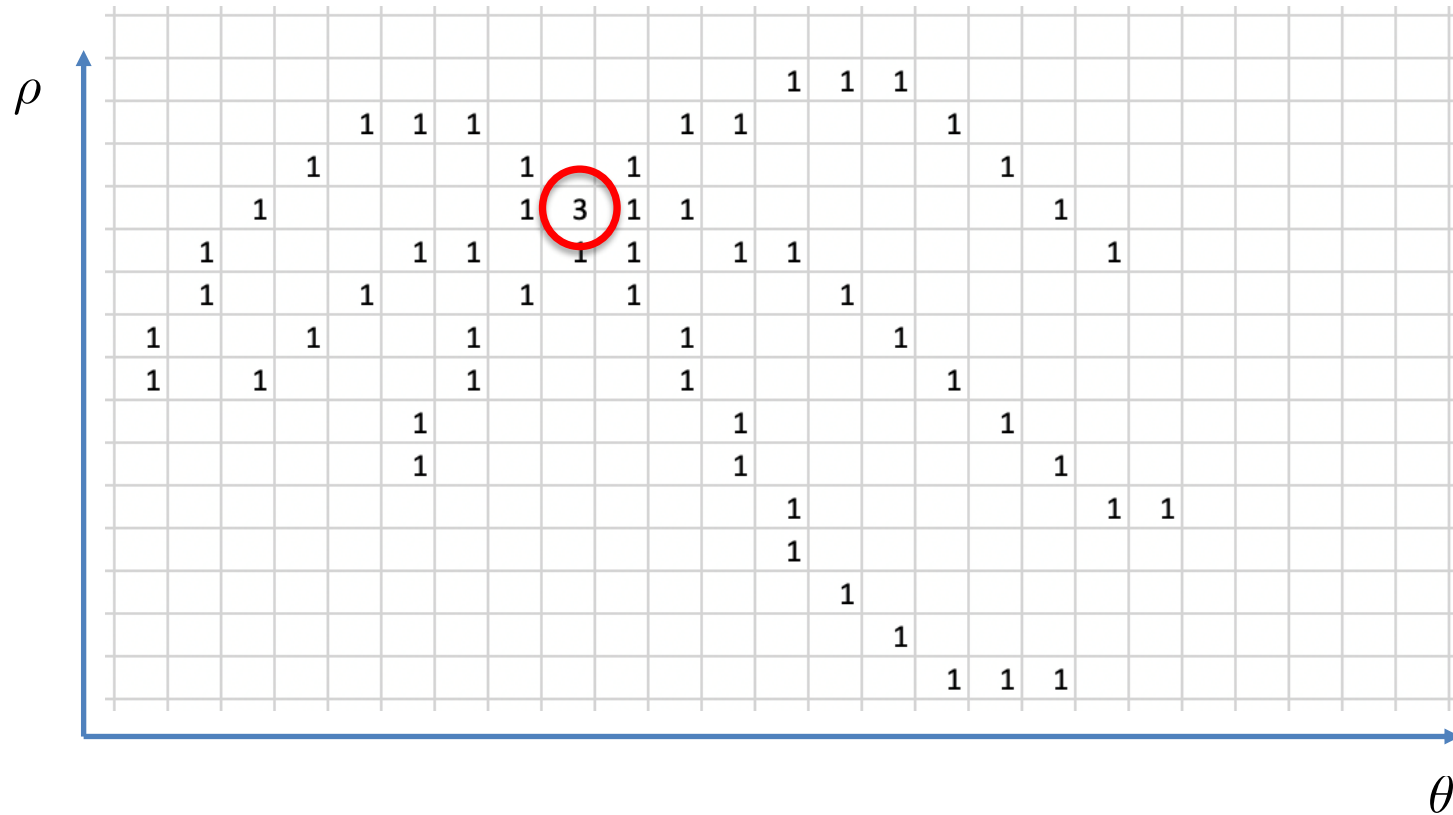
Histograma H (después del pixel 1)



Histograma H (después del pixel 2)

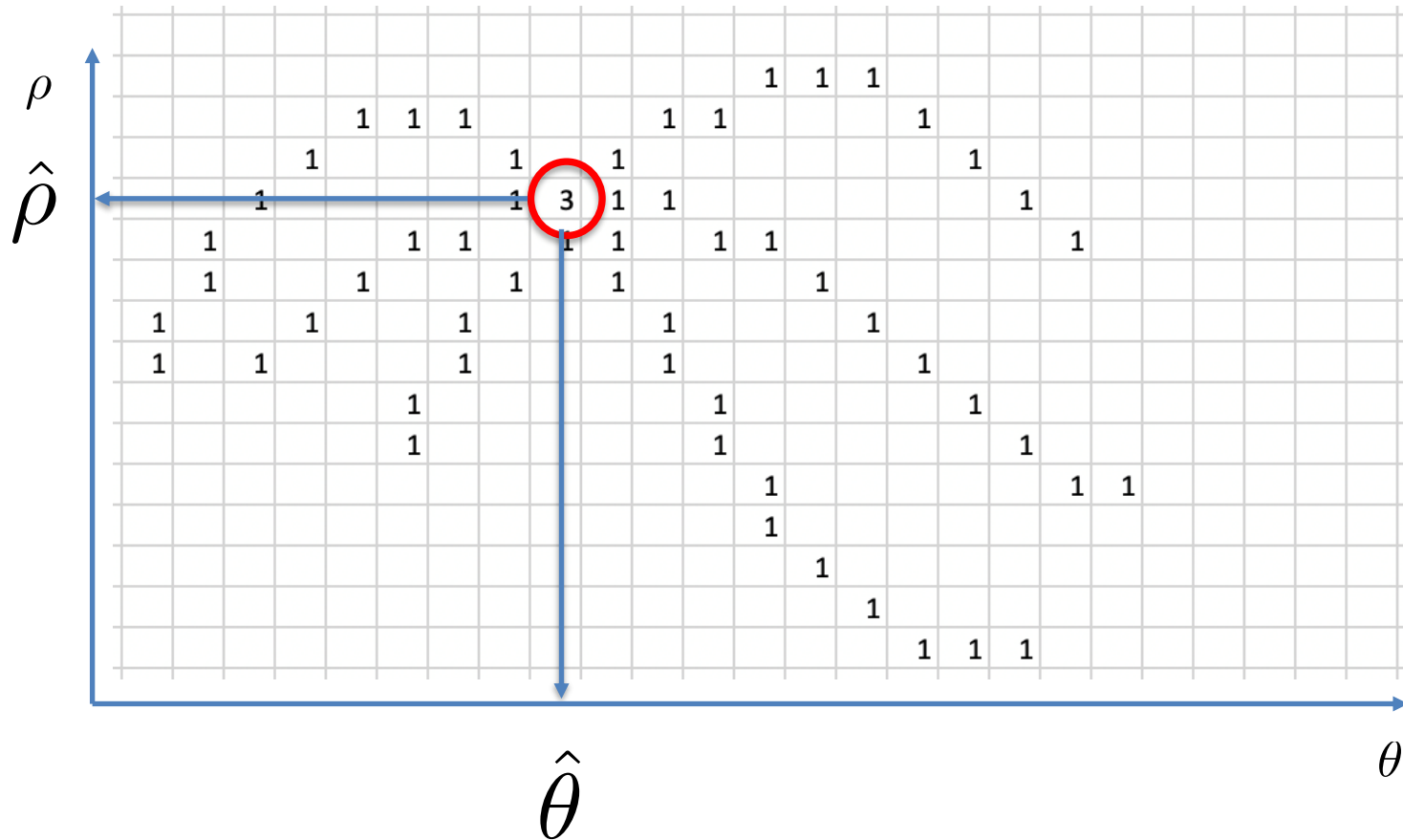


Histograma H (después del pixel 3)

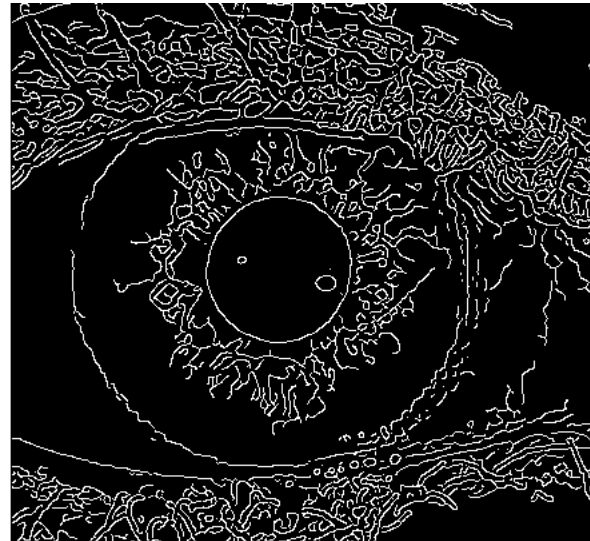
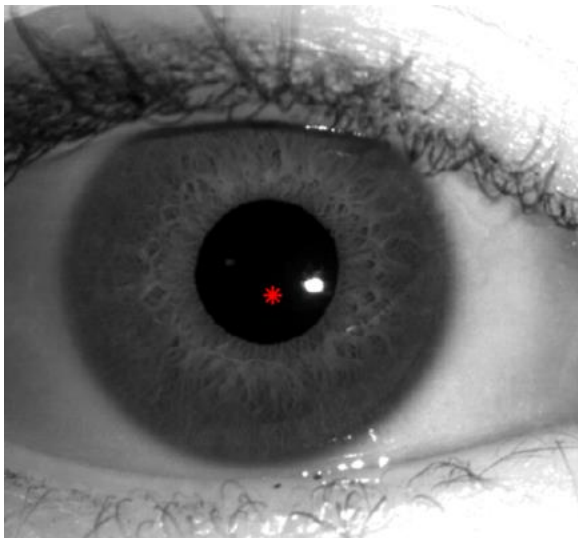


Histograma H (después de Línea 3)

Máximo  En la imagen hay una recta en $(\hat{\rho}, \hat{\theta})$



Transformada Hough para Círculos



Segmentación de Iris

