



Transformadas de Houg

Franz Haidacher & Preng Biba

Transformadas de Hough

- La transformada de Hough se refiere a una técnica/método para la extracción de características utilizado en el campo de visión artificial.
- La idea es encontrar instancias similares a un conjunto de formas y clases específicas (línea, círculos, entre otras).
- En otras palabras, identificar líneas, círculos y más que son visibles para los humanos pero no para una computadora

Transformadas de Hough

- Para lograr esto es necesario desarrollar modelos parametrizables de cada clase que se desea encontrar.
- Se utilizan mecanismos de “votación” para determinar si una instancia parametrizada particular pertenece alguna de las clases especificadas.

Transformadas de Hough:

Líneas

Transformadas de Hough: Líneas

- Para poder identificar líneas dentro de una imagen es necesario plantearse lo siguiente:
 - ¿Dado un punto que pertenece a una línea, en donde está la línea?
 - ¿Cuántas líneas pasan sobre ese punto?
 - ¿Qué puntos pertenecen a que líneas?

Transformadas de Hough: Líneas



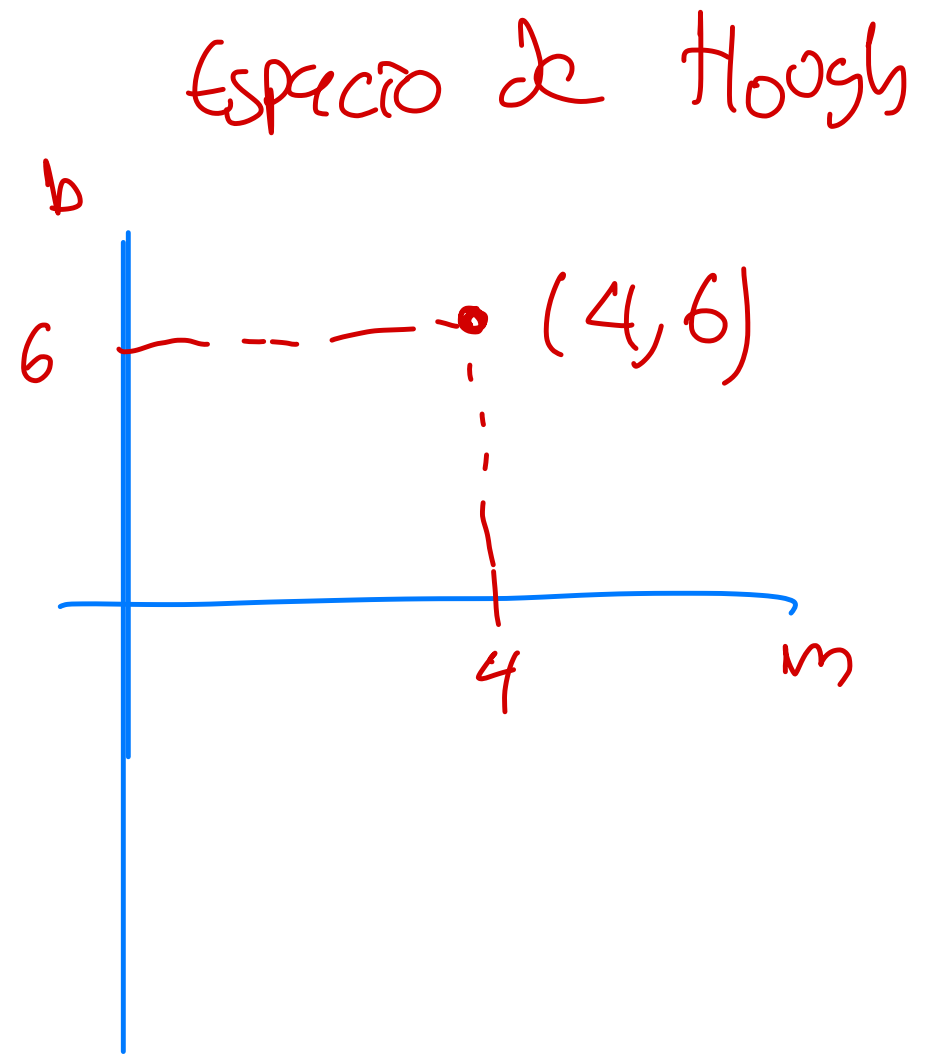
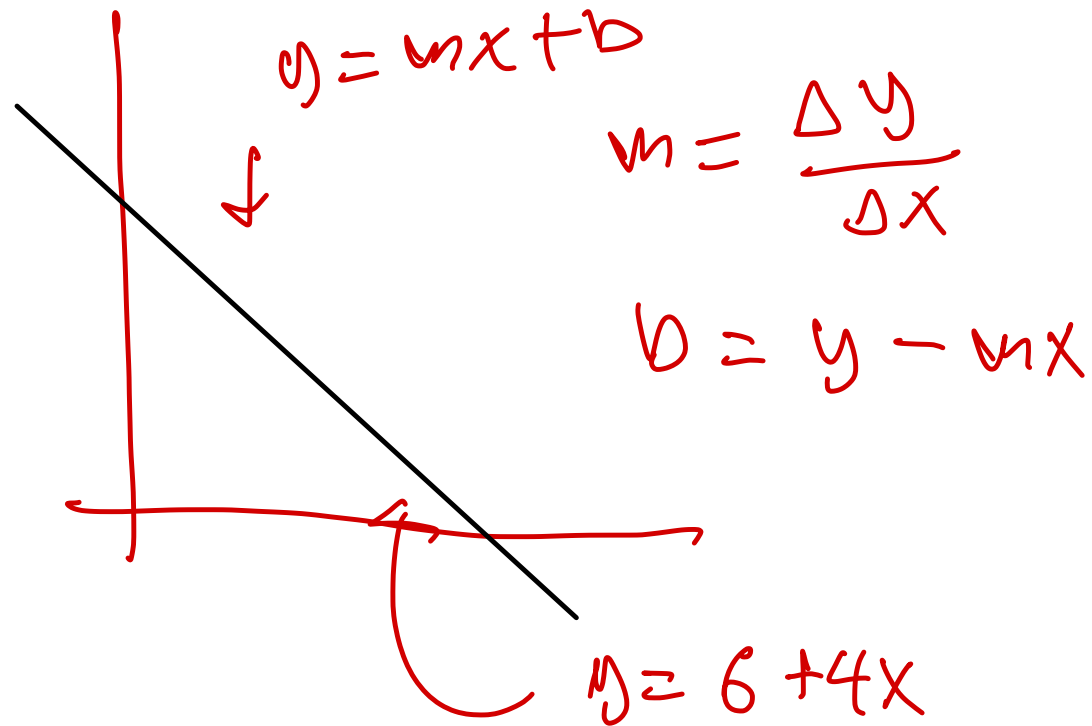
1) ¿Dado un punto que pertenece a una línea, en donde está la línea?

2) ¿Cuántas líneas pasan sobre ese punto?

3) ¿Qué puntos pertenecen a que líneas?

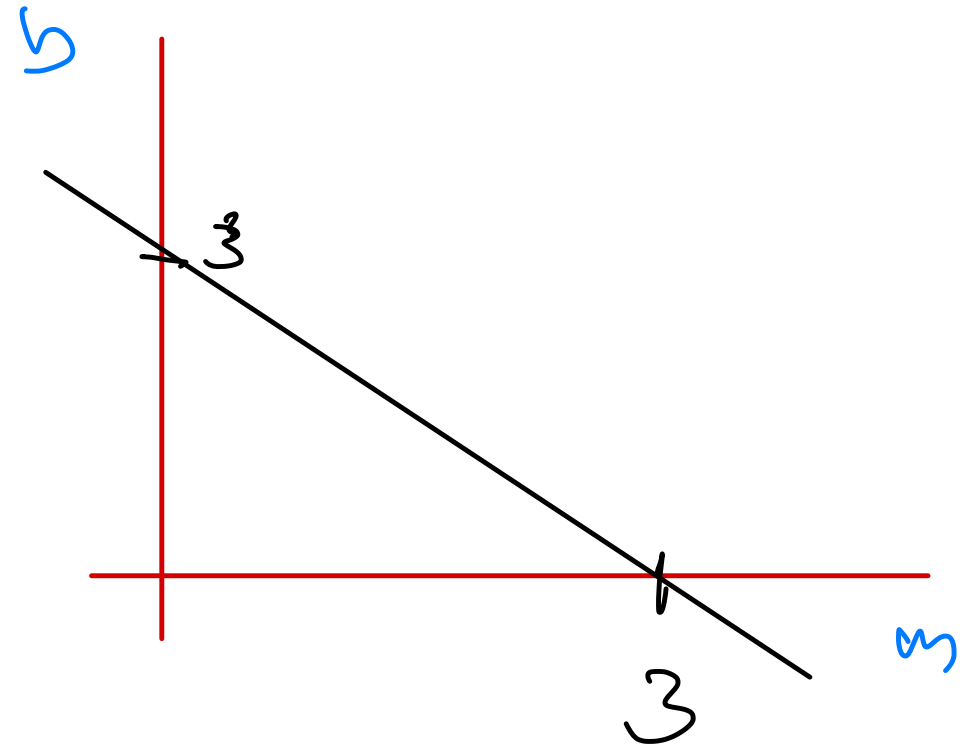
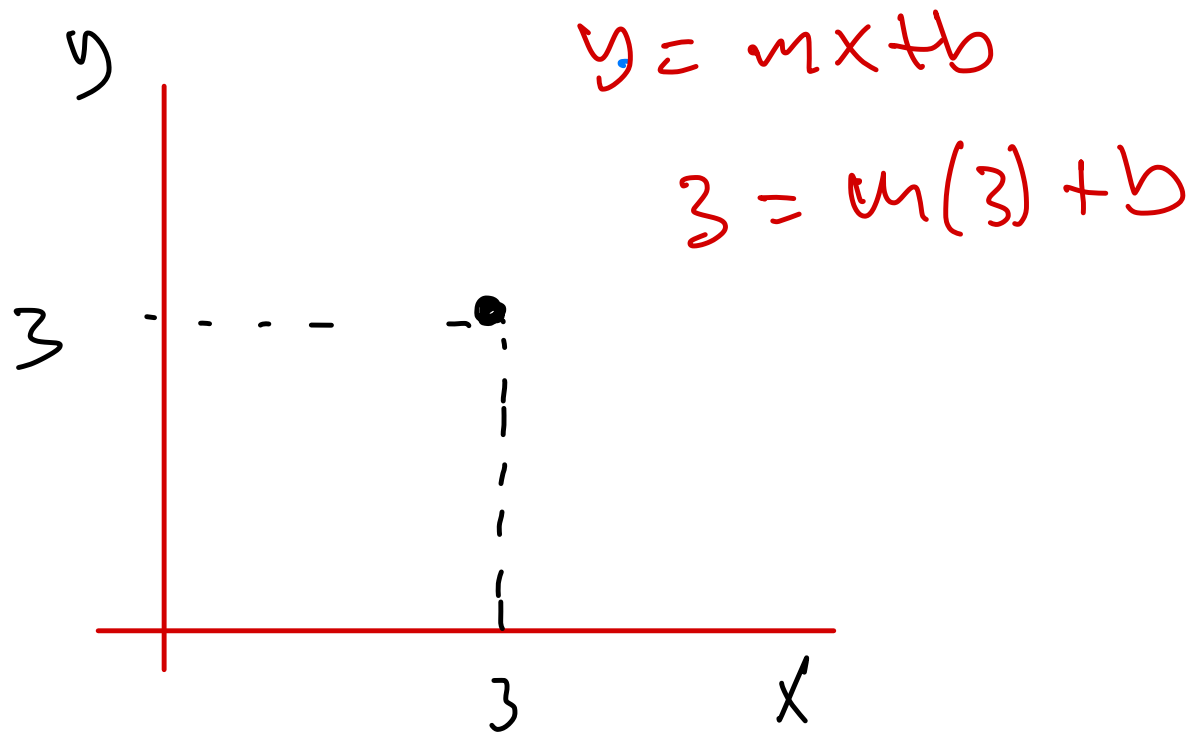
Espacios de Hough

Espacio de Hough



Las líneas en una imagen, se representan como un punto en el espacio de Hough.

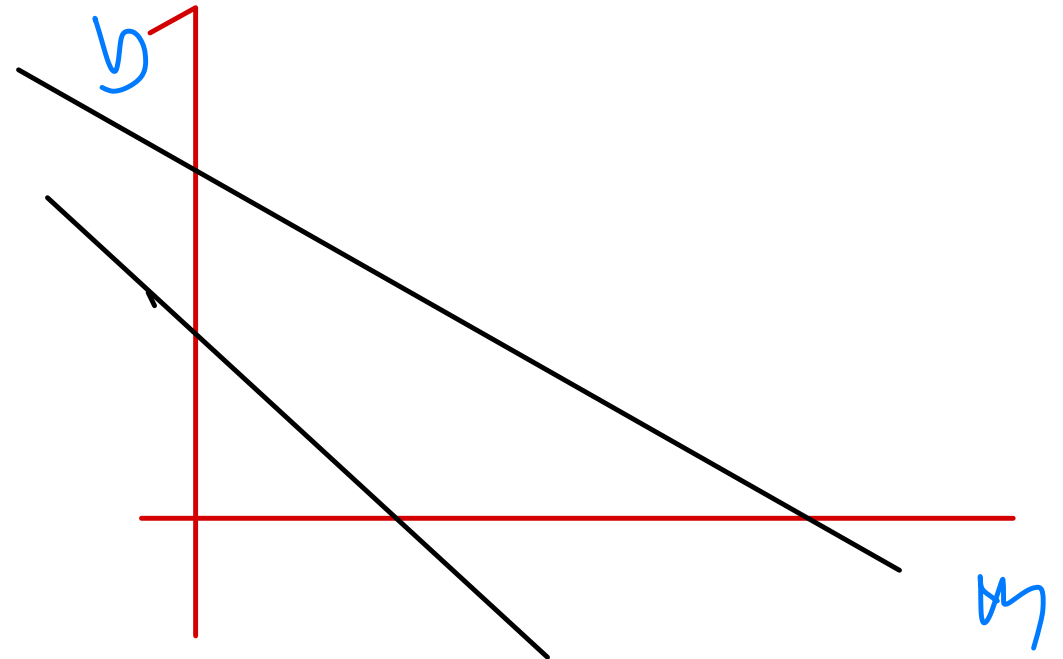
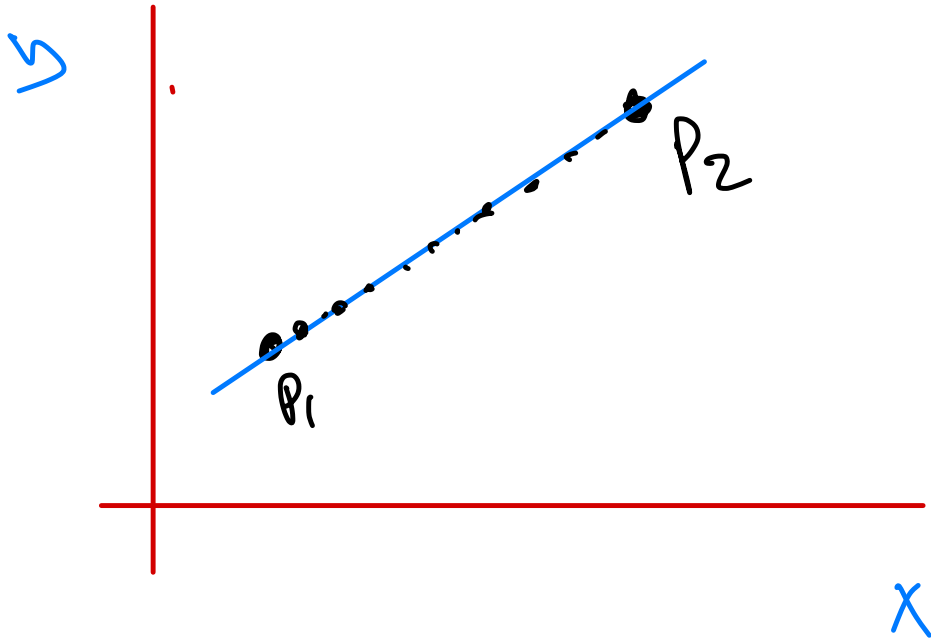
Espacio de Hough



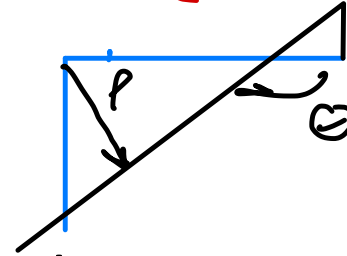
Un punto en una imagen, se representan como una recta en el espacio de Hough.

Espacio de Hough

- Que pasa en el espacio de Hough si tenemos dos puntos en el espacio de la imagen.

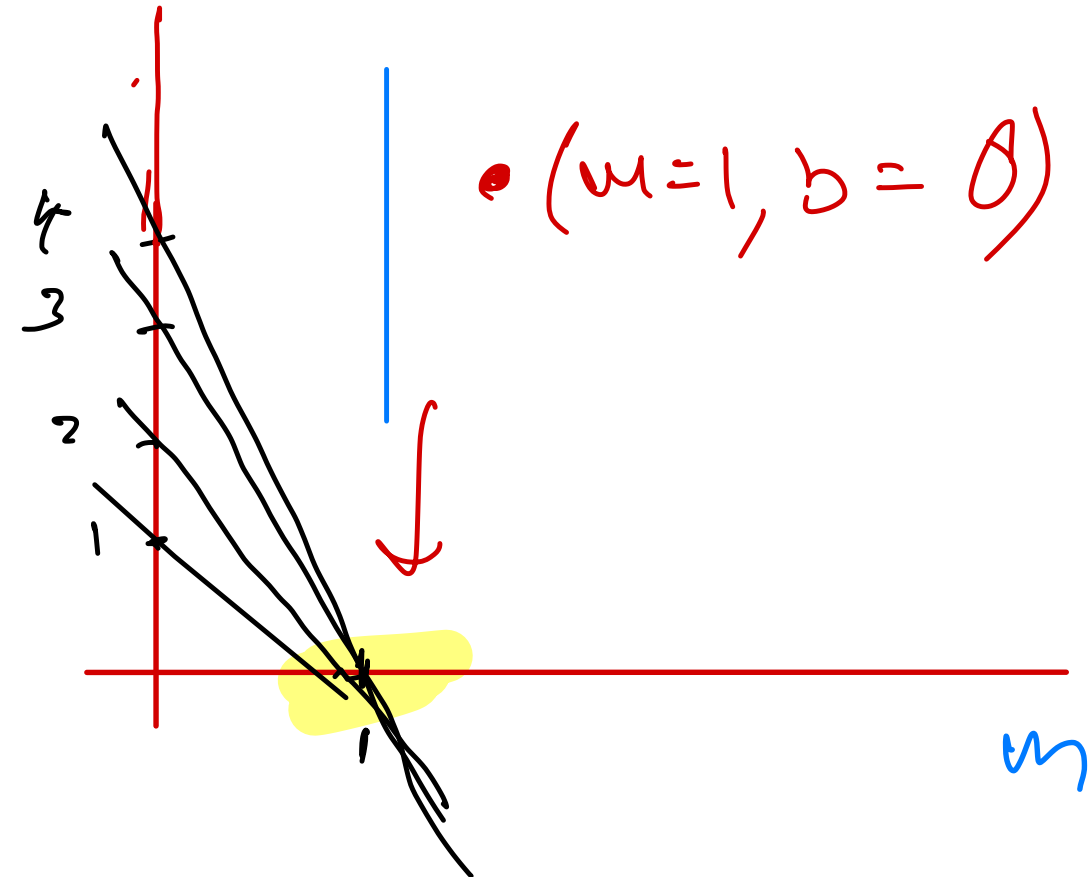
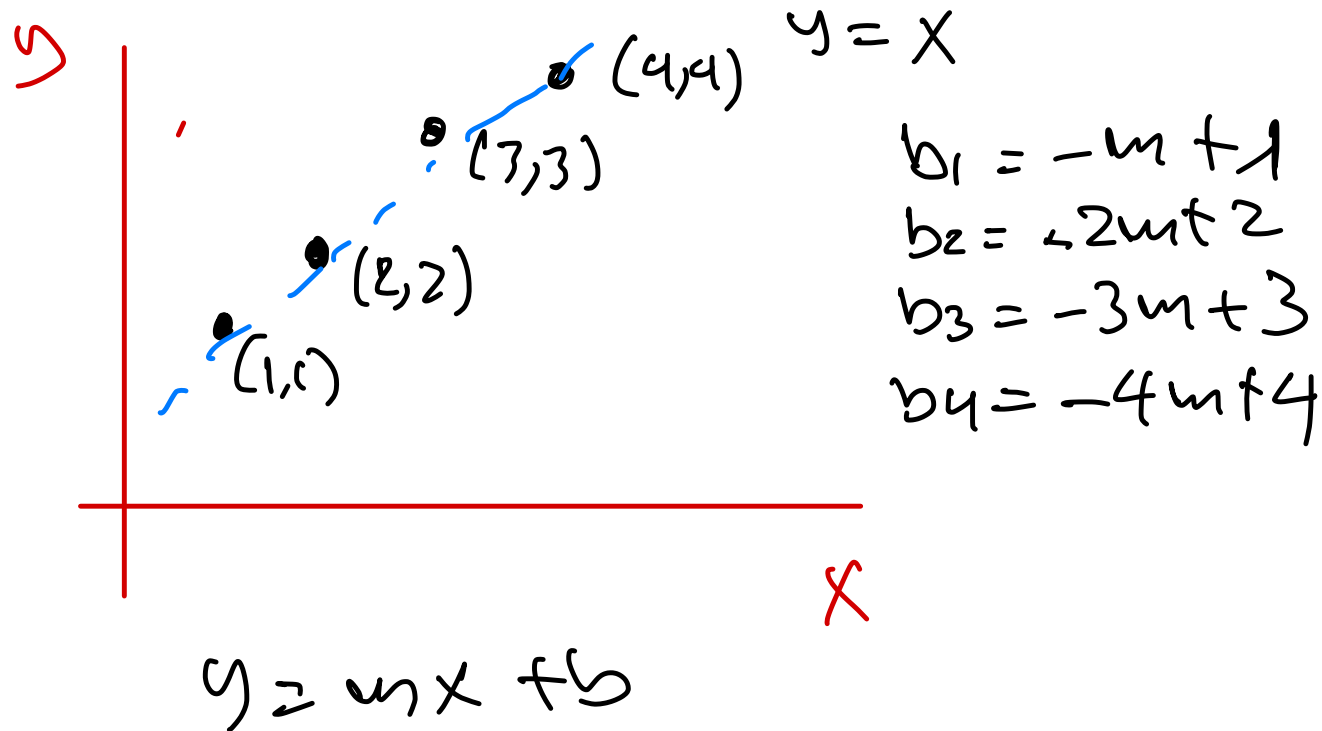


$$\rho = m \cos(\theta) + b \cdot \sin(\theta)$$



Espacio de Hough

- Ahora ¿Qué recta en el espacio de Hough es consistente (pasa por ambos puntos) con dos puntos en el espacio de la imagen?

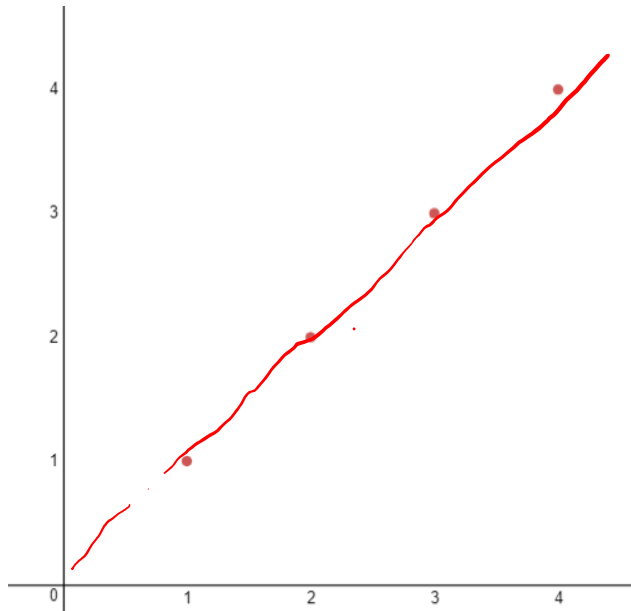


Algoritmo de Hough

Algoritmo de Hough

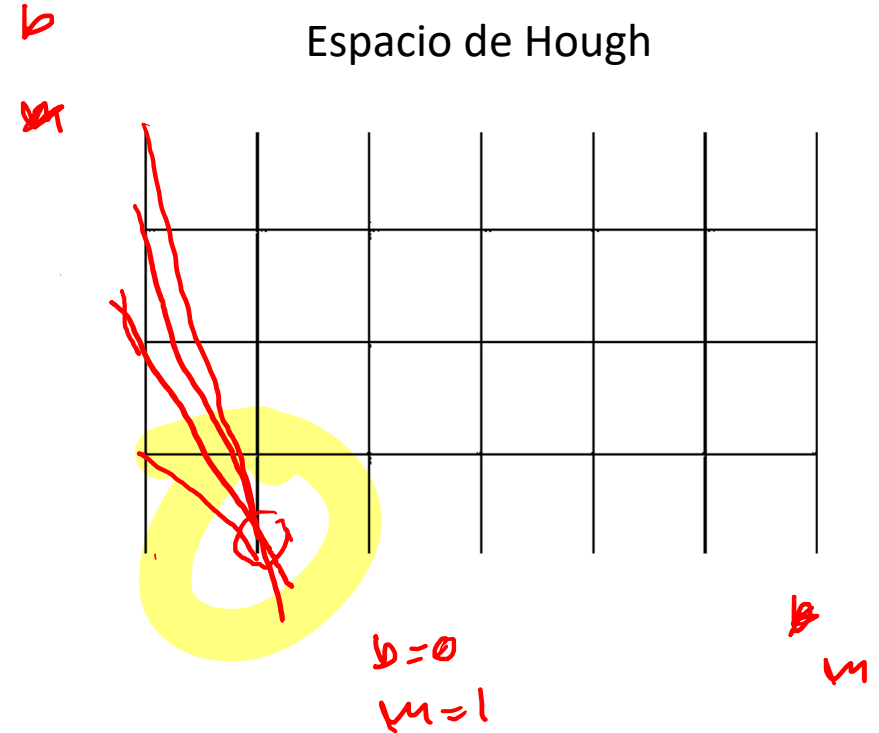
- Que pasa en el espacio de Hough si tenemos dos puntos en el espacio de la imagen.

Espacio de la Imagen



$$y = x$$

Espacio de Hough



Algoritmo de Hough

- Es necesario tomar en cuenta que algunas formas de la parametrización (b, m) de una recta puede presentar algunas complicaciones.
 - Una línea vertical tiene pendiente infinito es decir $m = \pm \infty$.
 - Para remediar esta complejidad, usaremos la parametrización polar de rectas.

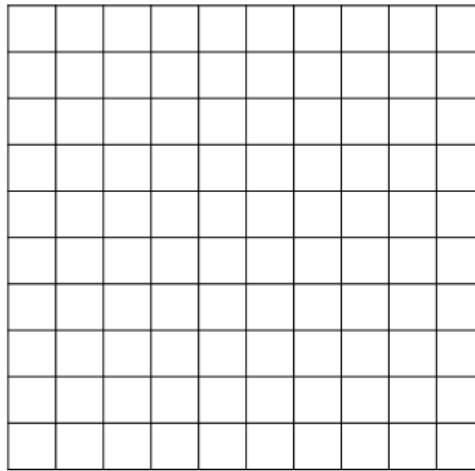
Parametrización de Rectas en Forma Polar

- Utilizaremos la parametrización polar de una recta, para evitar los valores infinitos al momento de parametrizar la recta en el espacio de Hough.

En términos de la parametrización: **un punto** en el espacio de la imagen, se representa como **un seno** en el espacio de Hough.

Algoritmo de Hough

1. Definimos el tamaño de la **matriz acumuladora**.



2. Usamos la **parametrización vista anteriormente**:

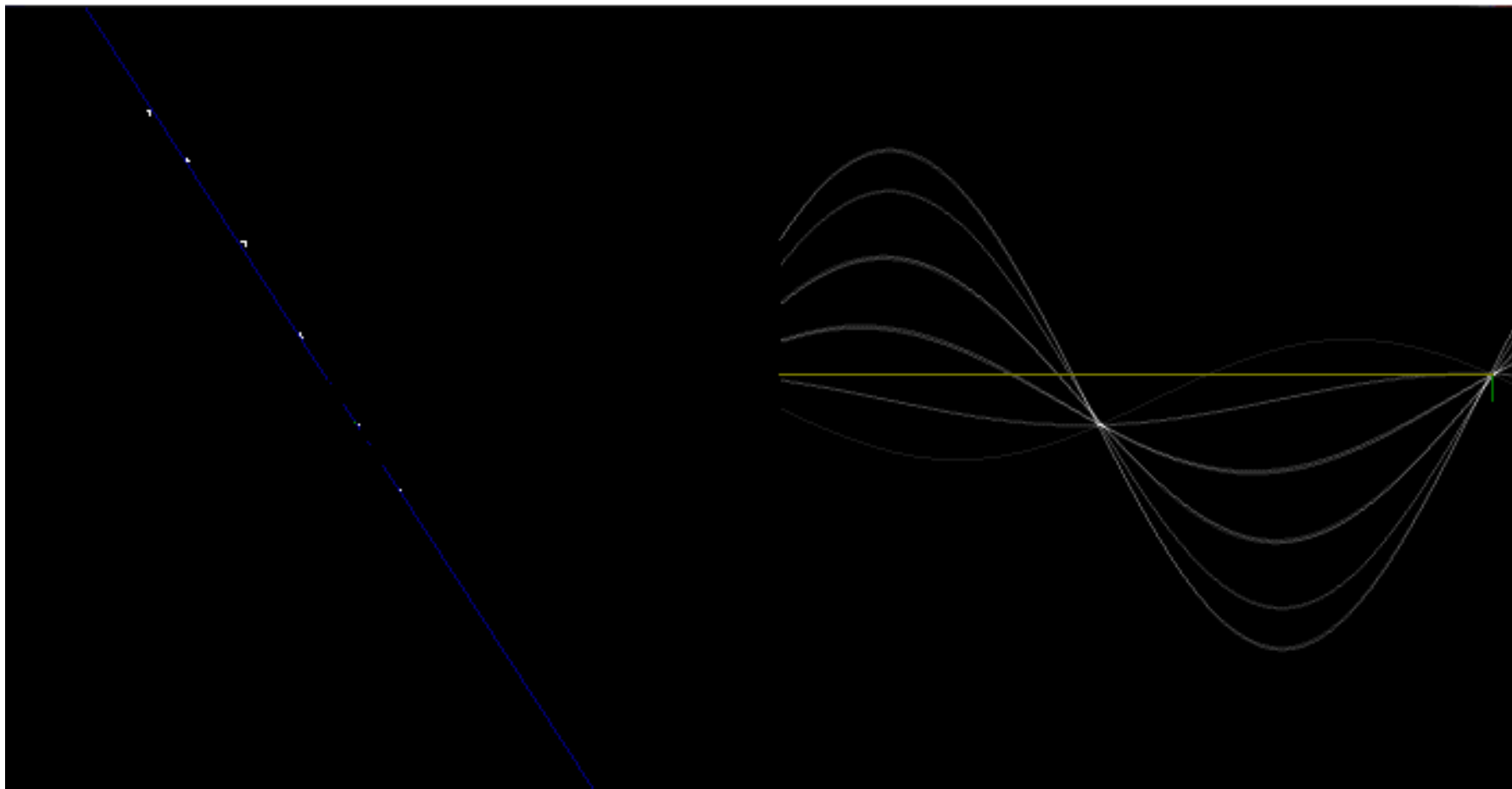
$$d = x * \cos(\theta) - y * \sin(\theta)$$

Algoritmo de Hough

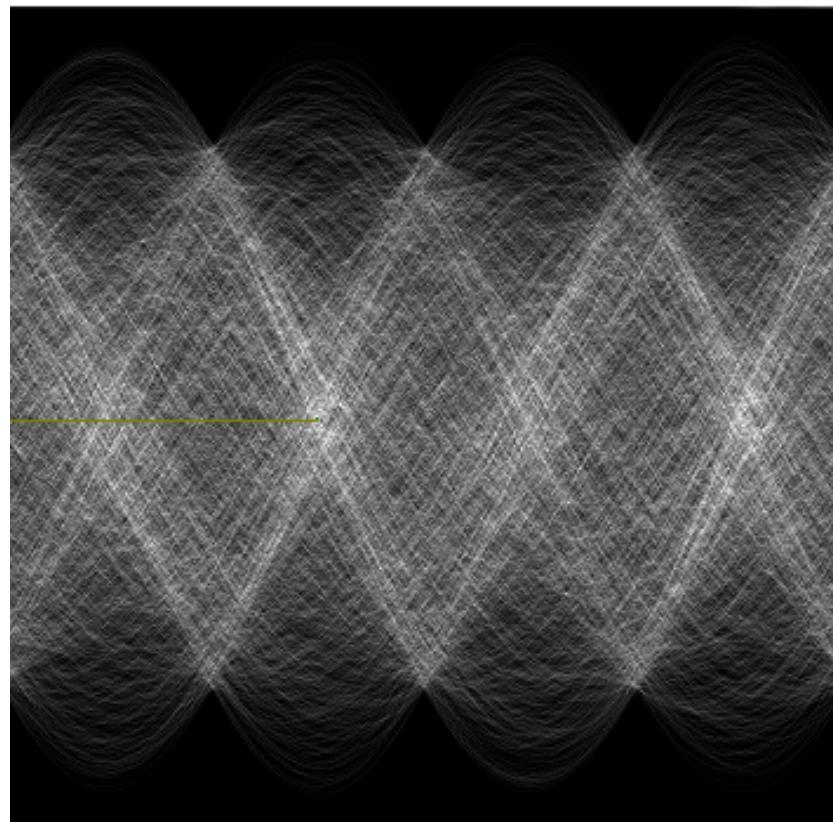
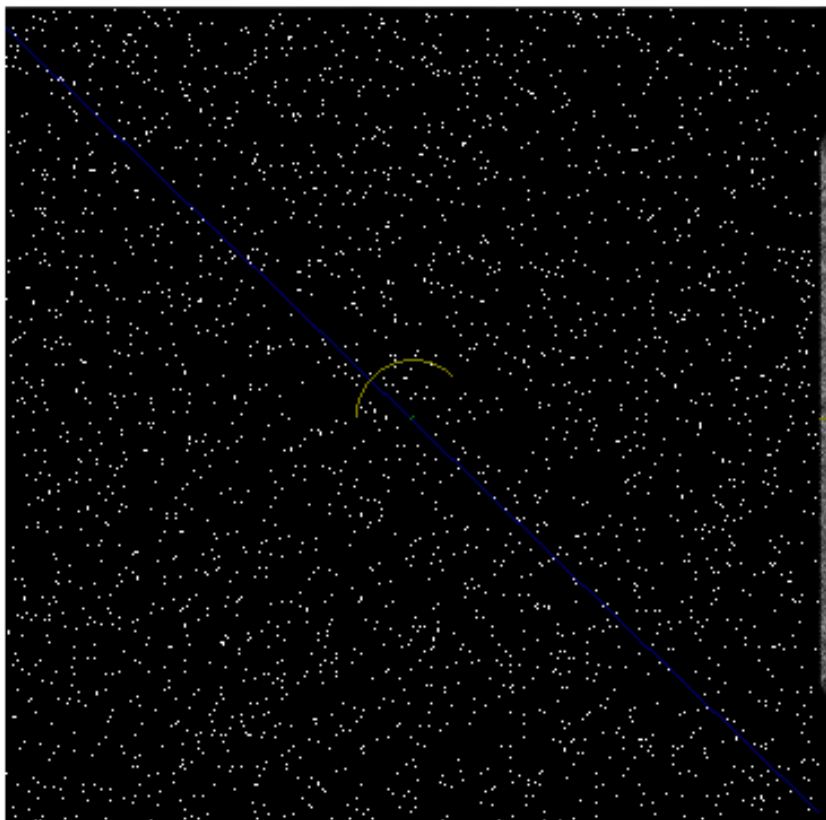
1. Inicializamos el espacio de Hough en cero:
 - $H[d, \theta] = 0$
2. Para cada punto que pertenece a un contorno, votar (acumular) la ocurrencia de parametrización específica según la recta a la que pertenece:
 - a. $d = x * \cos(\theta) - y * \sin(\theta)$
 - b. $H[d, \theta] += 1$
3. Encontrar los arg-maximizadores $\{(d, \theta)\}$ donde $H[d, \theta]$ sea máximo.
4. Computar la recta resultante a partir de los valores de parametrización.

Algunos Resultados

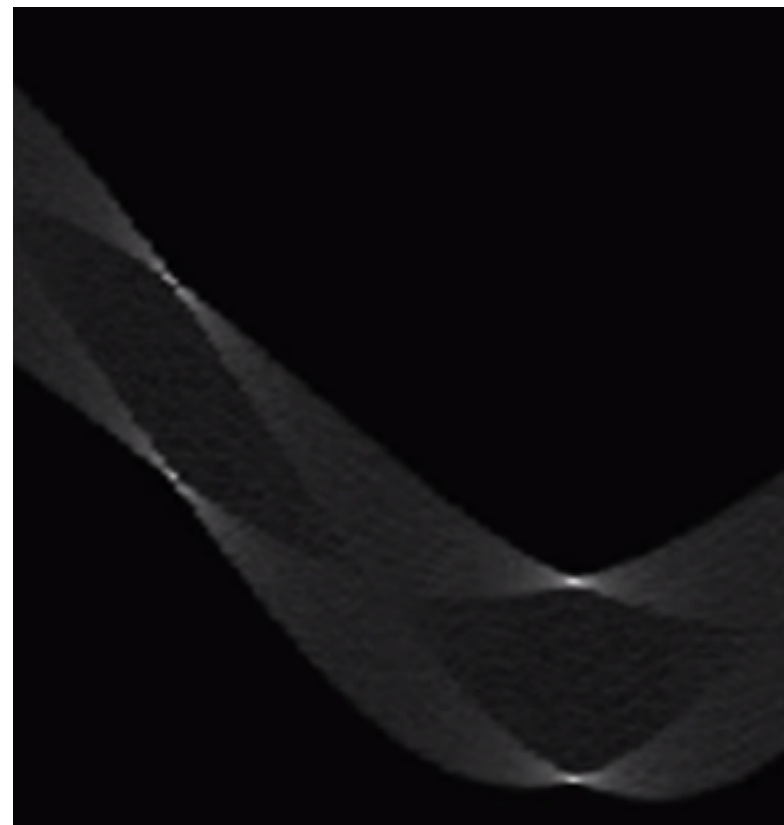
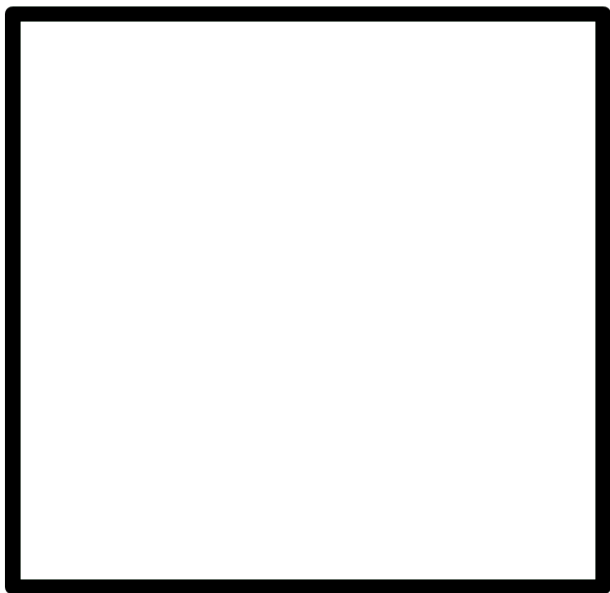
Algunos Resultados



Algunos Resultados



Algunos Resultados



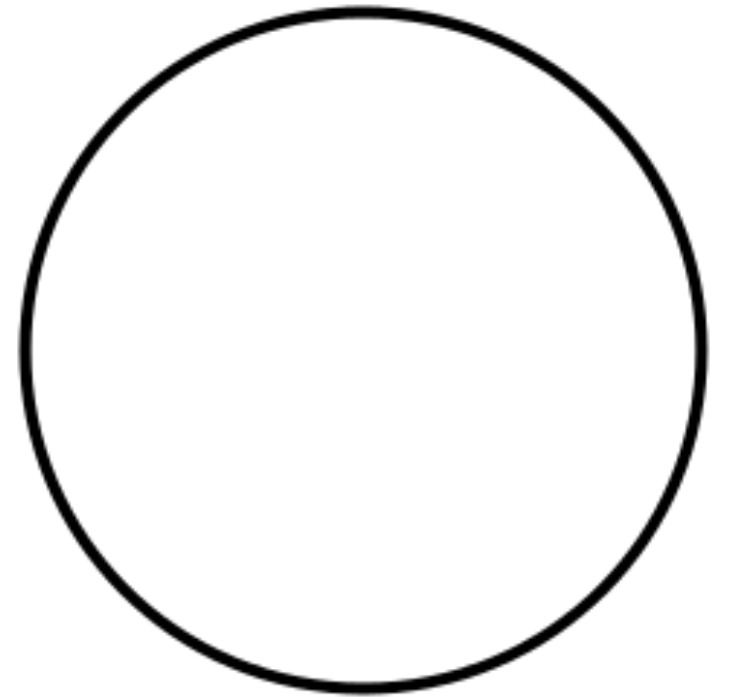
Transformadas de Hough

Círculos

Ecuación de la Circunferencia

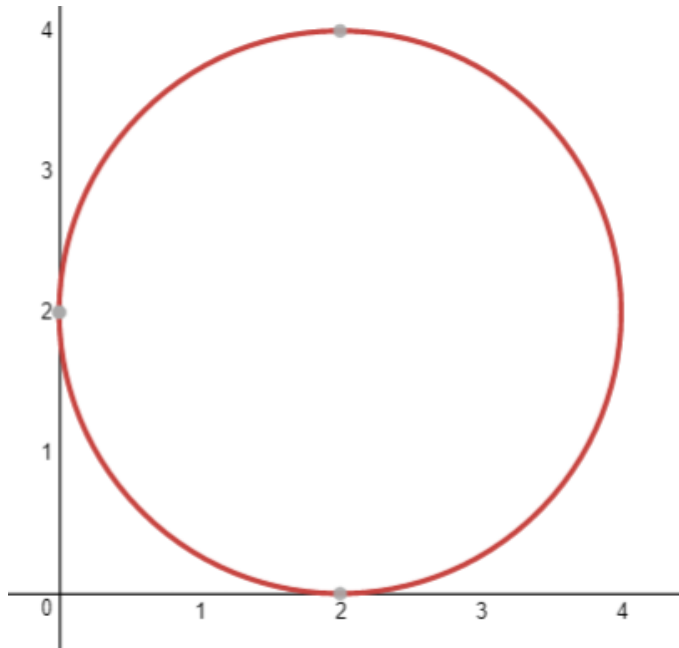
$$(x_i - h)^2 + (y_i - k)^2 = r^2$$

Donde (h, k) representan las coordenadas del círculo y r representa el radio conocido del círculo.



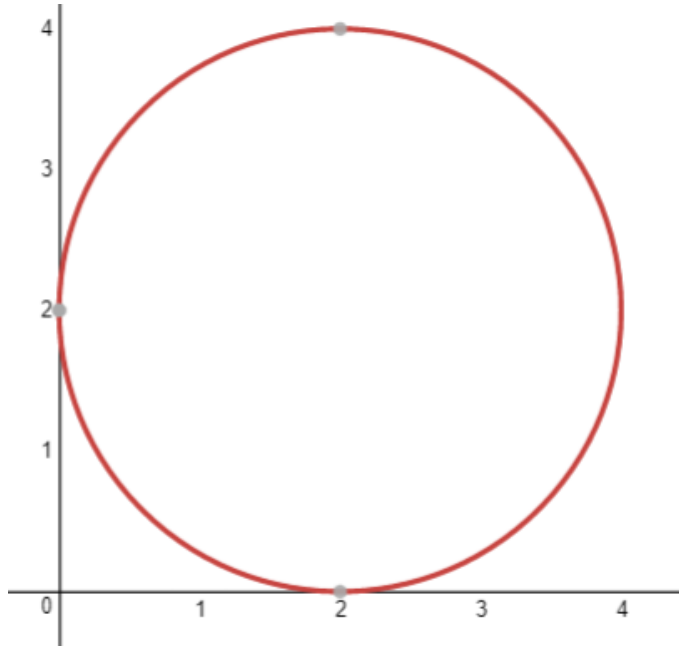
Espacio de Hough: con Radio Conocido

- Como en el caso de una línea, ahora parametrizamos las componentes de un círculo, de modo que nuestro espacio de Hough se transforma en lo siguiente:



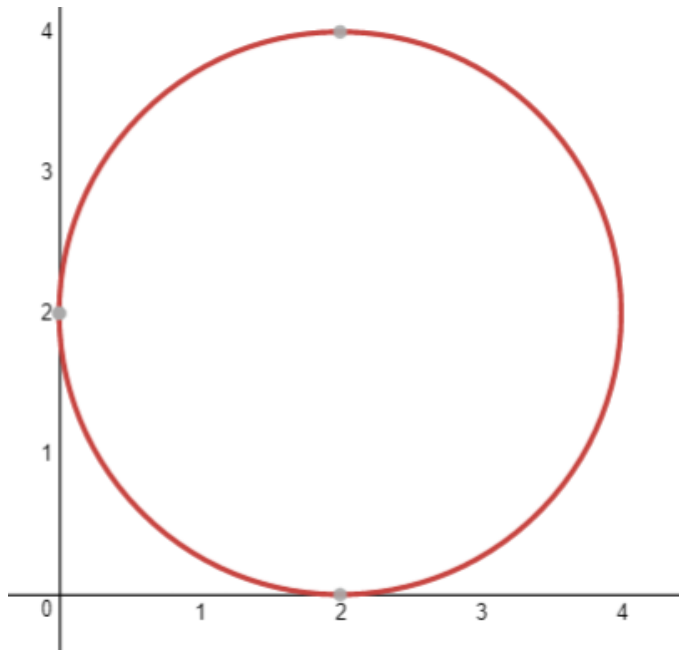
Espacio de Hough: con Radio Desconocido

- Como en el caso de una línea, ahora parametrizamos las componentes de un círculo, de modo que nuestro espacio de Hough se transforma en lo siguiente:



Espacio de Hough: Radio desconocido con Gradiente

- Debido a que la computación se puede volver compleja si no tenemos conocimiento del radio, podemos utilizar el gradiente de un punto para restringir el espacio de Hough



Transformadas de Hough

Ventajas y Desventajas

Espacio de Hough: Ventajas

- Todos los puntos se procesan de forma independiente.
- El método es robusto al ruido ya que solo considera puntos que forman una clase determinada.
- Podemos encontrarse múltiples instancias de una misma clase (varías líneas o círculos).

Espacio de Hough: Desventajas

- La complejidad de procesamiento es incremental en función de los parámetros que deseamos encontrar.
- La transformada de Hough solo puede usarse para determinar un conjunto de clases específicas (en este caso, Líneas o Círculos).
- No existe un método particular par determinar el tamaño del acumulador.

$$b = 27.03$$

$$r = 7.068$$

$$y = mx + b$$

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\downarrow (7.068 - 0)}{(13.85 - 0)} = 0.5103$$

$$y = 0.5103x + 7.068$$