

# **Sistema de localización mediante RFID**

**Estudiante: Sergio Díaz Molinera**

**Consultor: Raúl Parada Medina**



- Sistema inalámbrico de transferencia, almacenamiento y recuperación de datos.
- Evolución de los sistemas de códigos de barras tradicionales.
- No se necesita línea de vista.
- Las ondas pueden atravesar obstáculos.
- Pueden realizar lecturas simultáneas de datos.

## Componentes de los sistemas RFID



Interrogador



Antena



Etiqueta

En base a la manera que se alimentan las etiquetas:

- Sistemas que utilizan etiquetas activas.
- Sistemas que utilizan etiquetas pasivas.
- Sistemas que utilizan etiquetas semipasivas.

En base a la banda frecuencial que emplean:

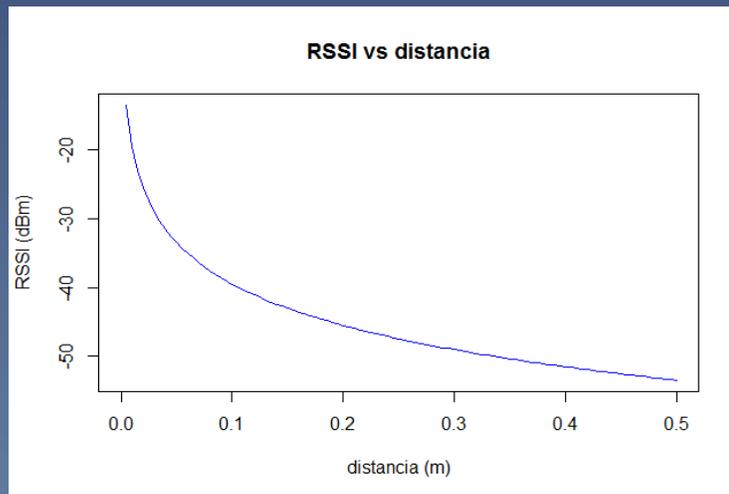
- Sistemas que trabajan en la banda de 125 KHz.
- Sistemas que trabajan en la banda HF (13,56 MHz).
- Sistemas que trabajan en la banda UHF (868 MHz Europa, 915 MHz EEUU).

Sistemas basados en el estándar *Electronic Product Code Class 1 Generation 2*:

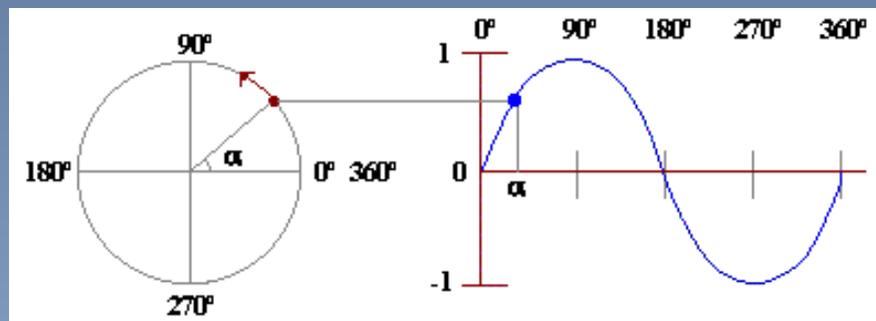
- Etiquetas pasivas con memoria no volátil.
- Trabajan en la banda UHF.
- Múltiples lectores trabajando simultáneamente.
- Tres tipos de modulación posibles: DBS-ASK, SSB-ASK o PR-ASK.

Las etiquetas RFID almacenan datos de bajo nivel útiles para la localización:

- RSSI (Received Signal Strength Indicator): Nivel de potencia de la señal que recibe la etiqueta.



- Fase: situación instantánea en el que se encuentra el ciclo de la onda.



El cálculo se hace en base a la ecuación de Friis, utilizada para el modelo de cálculo en espacio libre:

$$P_R = P_T + G_T + G_R - L - 10n \log \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)$$

Potencia en receptor →  $P_R$   
 Potencia en transmisor →  $P_T$   
 Ganancia antenna transmisor →  $G_T$   
 Ganancia antenna receptor →  $G_R$   
 Pérdidas independientes de la propagación →  $L$   
 Factor empírico  $n$   
 Distancia entre emisor y receptor →  $d$   
 Longitud de onda →  $\lambda$

- Para realizar el proceso de calibrado es necesario disponer de etiquetas cuya distancia a las antenas sea conocida.
- Se obtiene el valor de RSSI recibido por cada una de esas etiquetas con respecto a cada antena.
- Mediante la fórmula de Friis se obtienen los coeficientes  $n$  de cada medida de cada etiqueta.
- Se obtiene la mediana de todos los coeficientes obtenidos para obtener un único coeficiente  $n$ .
- Se debe realizar este proceso de forma independiente para cada una de las antenas del sistema.

**Una vez el sistema está calibrado, ya se pueden obtener las distancia mediante el modelo basado en la fórmula de Friis.**

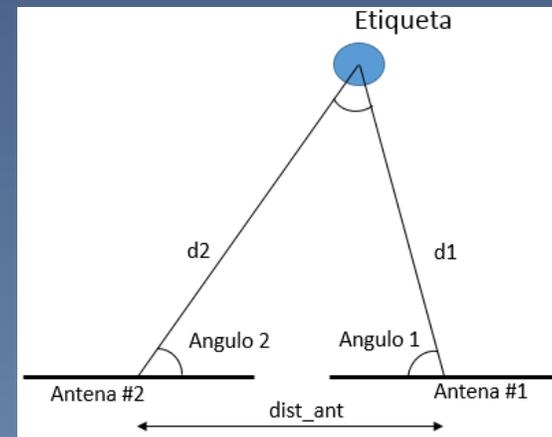
Tras calcular distancias a al menos dos antenas, el siguiente paso es obtener las coordenadas en 2D.

El método de triangulación o triángulos se basa en utilizar fórmulas de trigonometría para obtener valores de ángulos y luego de posiciones absolutas y relativas.

Mediante el teorema del coseno se calculan los ángulos 1 y 2 de la figura:

$$\cos(\text{Angulo } 1) = \frac{d1^2 + \text{dist\_ant}^2 - d2^2}{2 \cdot d1 \cdot \text{dist\_ant}}$$

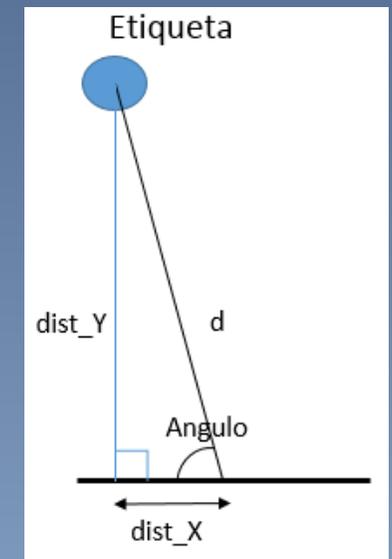
$$\cos(\text{Angulo } 2) = \frac{d2^2 + \text{dist\_ant}^2 - d1^2}{2 \cdot d2 \cdot \text{dist\_ant}}$$



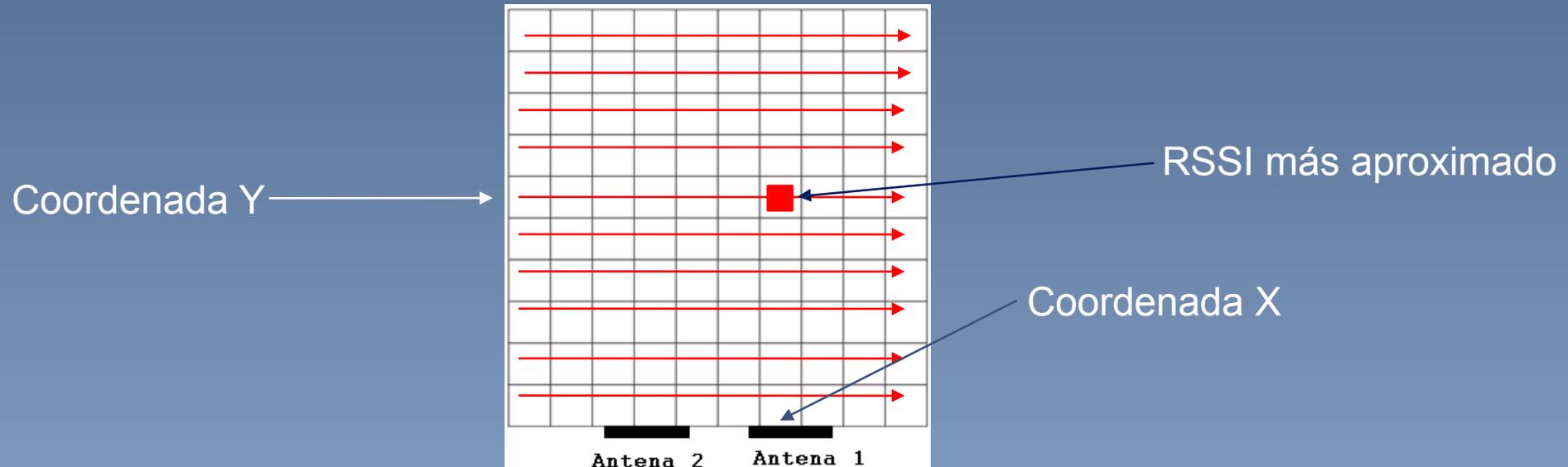
Luego, mediante trigonometría de triángulos rectángulos se obtienen las coordenadas relativas a la antena:

$$\text{dis}_X = \cos(\text{Angulo}) \cdot d$$

$$\text{dis}_Y = \tan(\text{Angulo}) \cdot \text{dist}_X$$

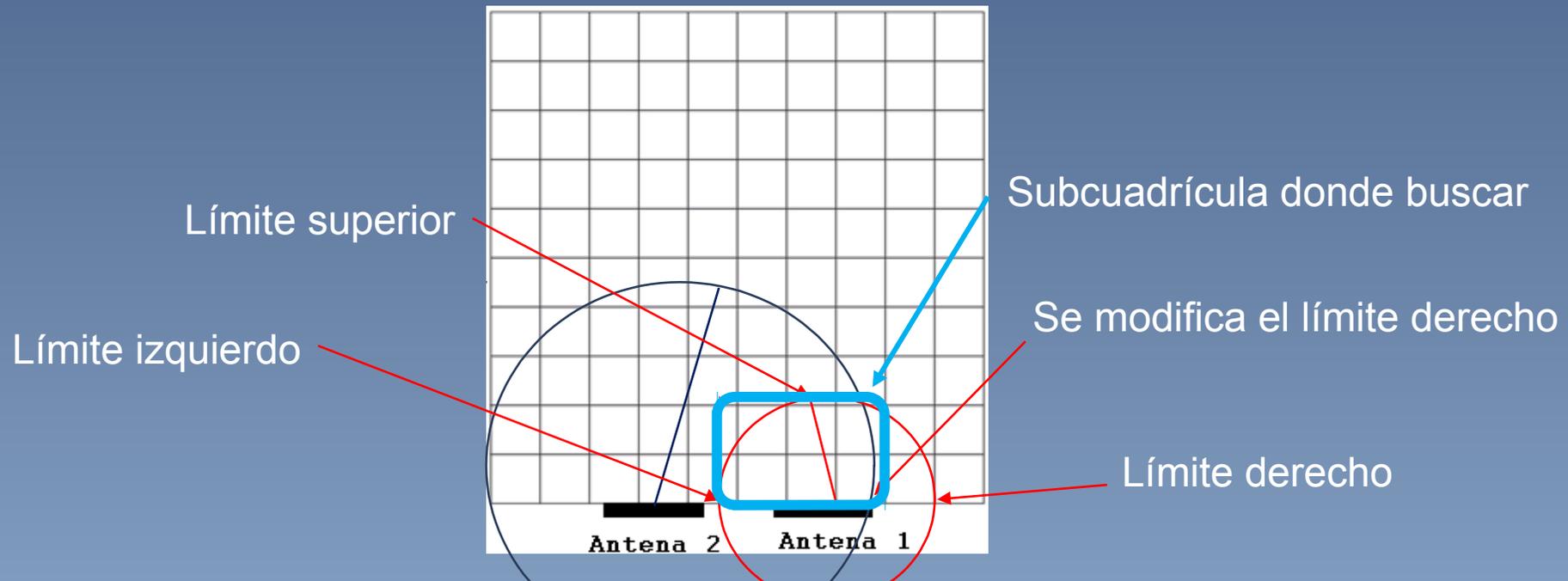


- Divide el espacio en celdas que forman una cuadrícula.
- Calcula el valor de RSSI para cada celda utilizando la fórmula de Friis.
- Se calcula una cuadrícula por cada antena.
- Con cada muestra de RSSI de cada etiqueta, se recorre la cuadrícula buscando el valor más aproximado.
- Obtiene las coordenadas de la celda con RSSI más aproximada al de la muestra.
- Como se suelen utilizar muestras de una etiqueta con varias antenas, lo que se hace es calcular la media de las coordenadas, tanto X como Y, obtenidas con las cuadrículas de las diferentes antenas.



De cara a acotar el espacio de la cuadrícula donde se debe buscar, se crea una función que busca unos “límites de cuadrícula”.

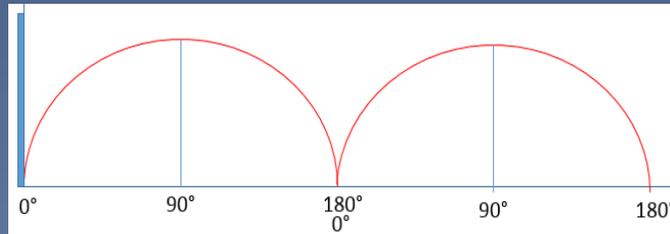
- Se establecen semicírculos a partir de las distancias calculadas.
- Se supondrá que la etiqueta estará dentro del semicírculo de la antena de la que menor distancia esté.
- Si el semicírculo de la otra antena tiene un extremo dentro del semicírculo de la antena de menor distancia, se mueve el límite a ese extremo.
- En base a esto se establece una subcuadrícula donde buscar.



El método de cálculo de posición a partir de la fase se basa en que, conociendo la longitud de onda y la fase, se puede obtener la distancia.

La fase del sistema RFID va de 0° a 180° debido a que emplea modulación PR-ASK.

El cálculo de distancia por fase está limitado a distancias iguales o inferiores a la longitud de onda de la señal, debido a que al llegar la fase a 180°, vuelve a tomar el valor de 0°.



El método sabe que una fase de 0° es igual a una distancia 0 y que una fase de 180° es igual a una longitud igual a la longitud de onda. A partir de eso, calcula a que distancia son equivalentes las fases intermedias:

$$distancia = \frac{fase \cdot \lambda}{180}$$

Una vez obtenidas las distancias a las antenas, para calcular la posición, se utiliza el método de triangulación, de la misma manera que cuando el cálculo de distancias se realizaba mediante valores de RSSI.

- Se han presentado dos métodos de cálculo de distancia, uno basado en RSSI y basado en la fase de la señal recibida.
- El método de cálculo basado en fase, se limita a distancias iguales o menores a la longitud de onda, mientras que el método basado en RSSI podría funcionar para distancias mayores.
- Una vez obtenida la distancia, se han propuesto dos métodos para cálculo de posición: triangulación y cuadrícula.
- El método de triangulación es menos costoso en cuanto a computación que el método de cuadrícula.

- **Es necesario realizar calibrados frecuentes del sistema dadas las condiciones cambiantes del entorno.**
- **Los métodos de cálculo por triangulación han resultado más efectivos que el cálculo por cuadrícula, siendo el método por triangulación en base a RSSI el más efectivo de todos.**
- **En proporción, el método por cuadrícula, empeora su efectividad mucho más que el método por triangulación.**