



Sistemas de Comunicaciones

Radar: Procesamiento Digital

Universidad Nacional de Tucumán

Laboratorio de Telecomunicaciones

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología

Mayo 2022

Diseño de Sistemas de Radar - 2022





Temario

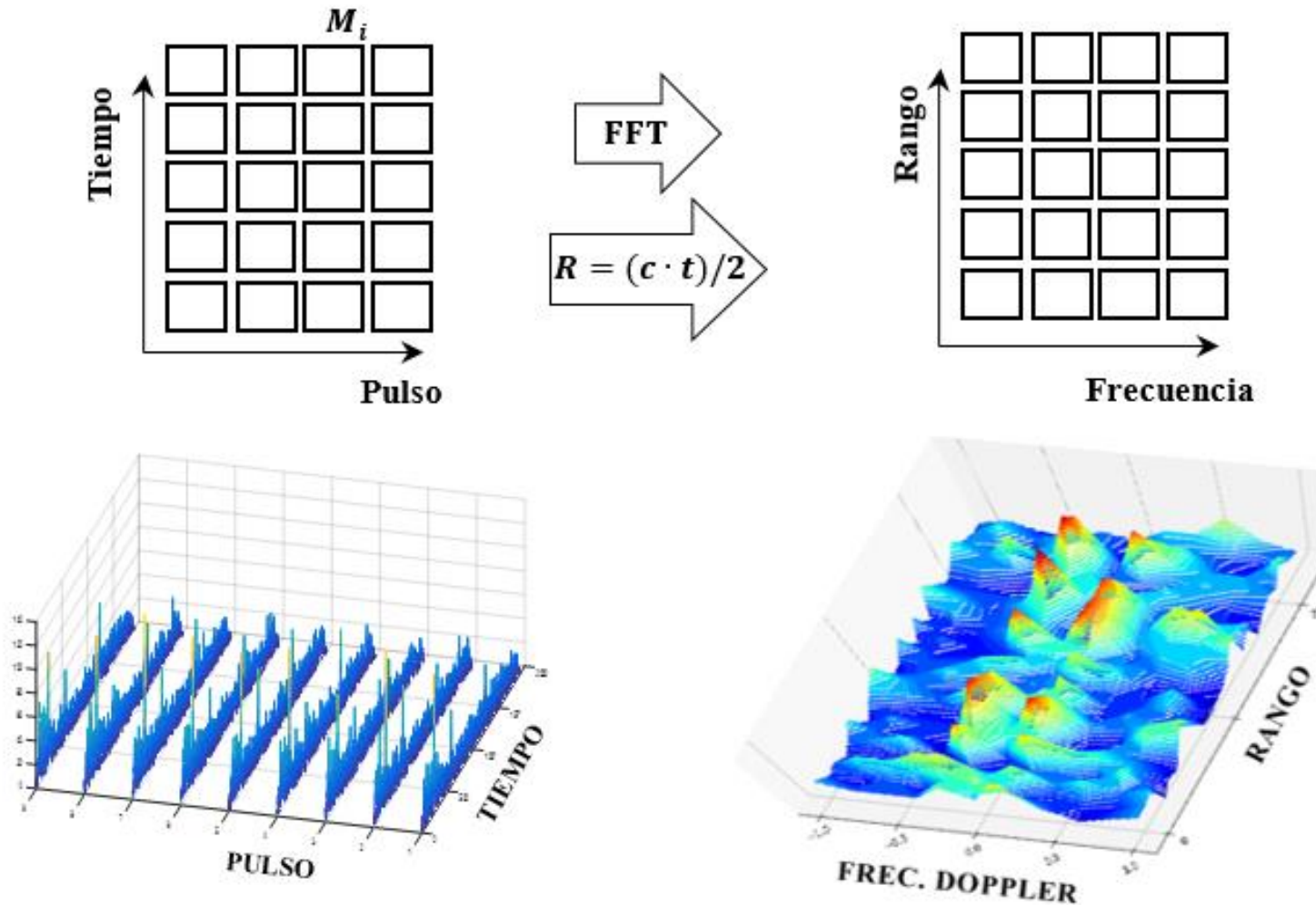
Clases 6

- Adquisición y almacenamiento
- Codificación
- Filtro Adaptado
- Ganancia de Integración
- Filtro MTI
- Filtro STI
- Filtro Doppler (FFT)
- Detector
- **Direccionamiento de las antenas**
- **Estimación del ángulo de arribo**
- **Filtrado Espacial**



Cambios en la Matriz de muestras M

Finalmente luego de aplicar la correlación junto a la ec. de la velocidad y por otro la FFT, se tiene:



Los valores de Rango y Frecuencia Doppler, son visibles.

**Falta Casi Nada!!
Solo Detectar los objetivos.**



Direccionamiento

Antena

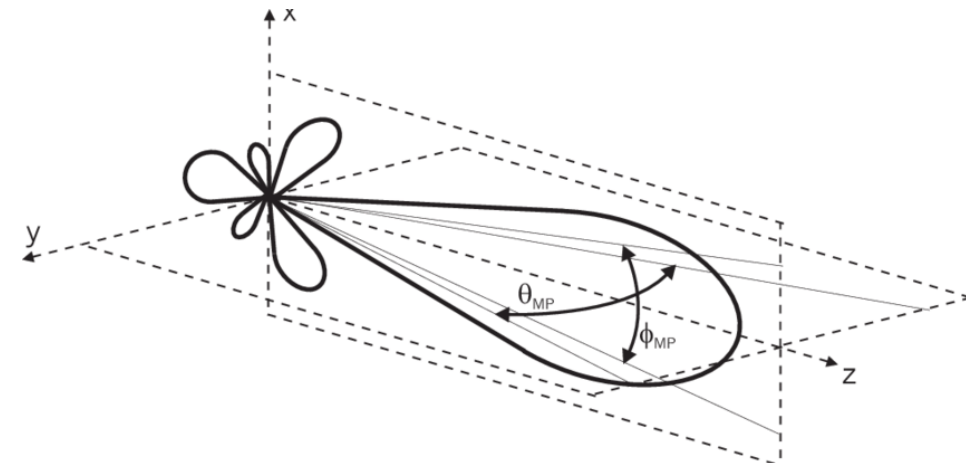
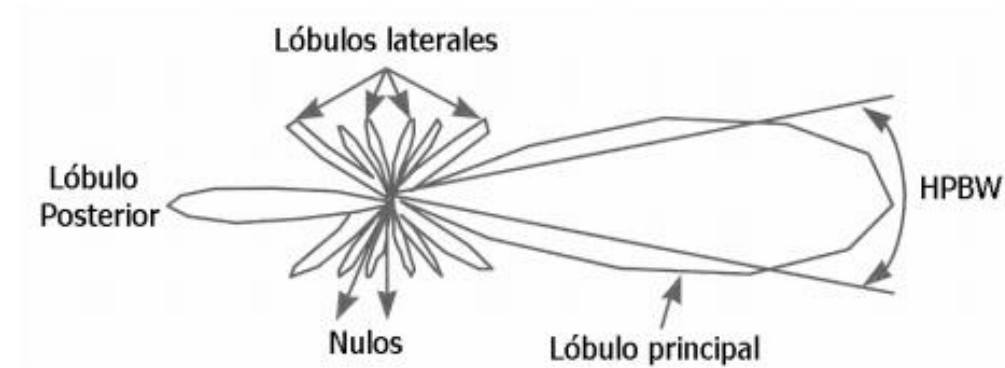
Estructura radiantes, con la capacidad de poder emitir/recibir energía electromagnética del medio.

Características:

- Frecuencia de Trabajo
- Ancho de Banda
- Impedancia de entrada
- Ganancia/Directividad
- **Patrón de Radiación**



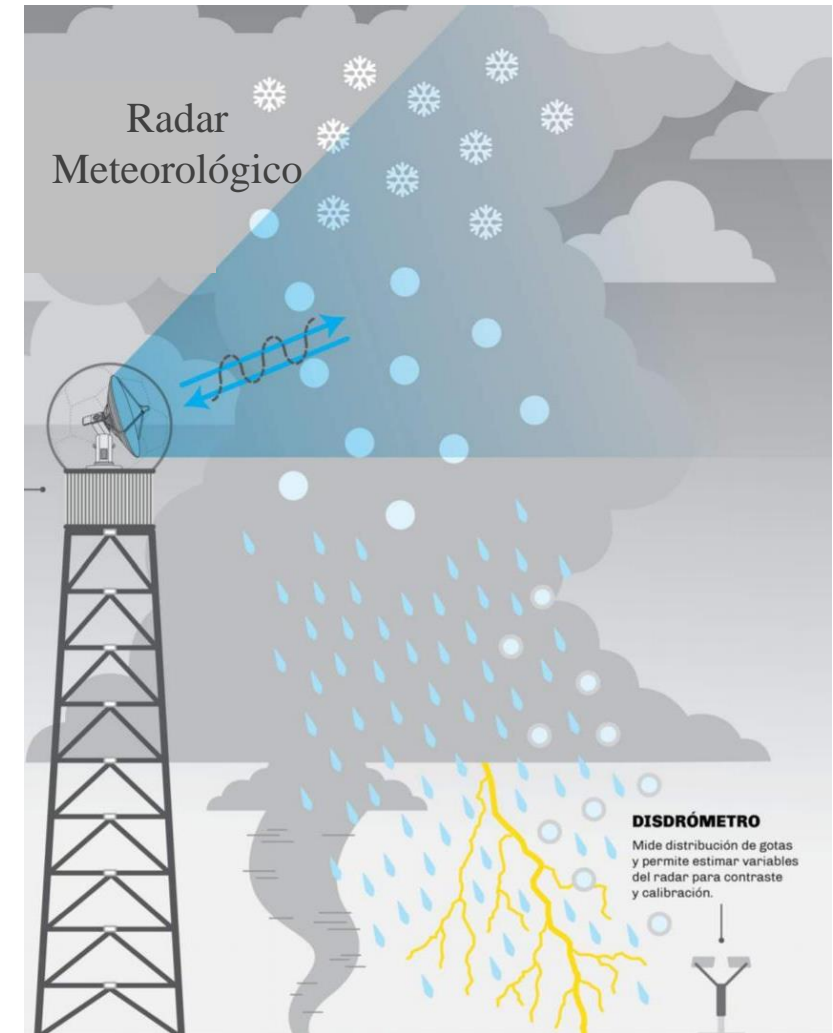
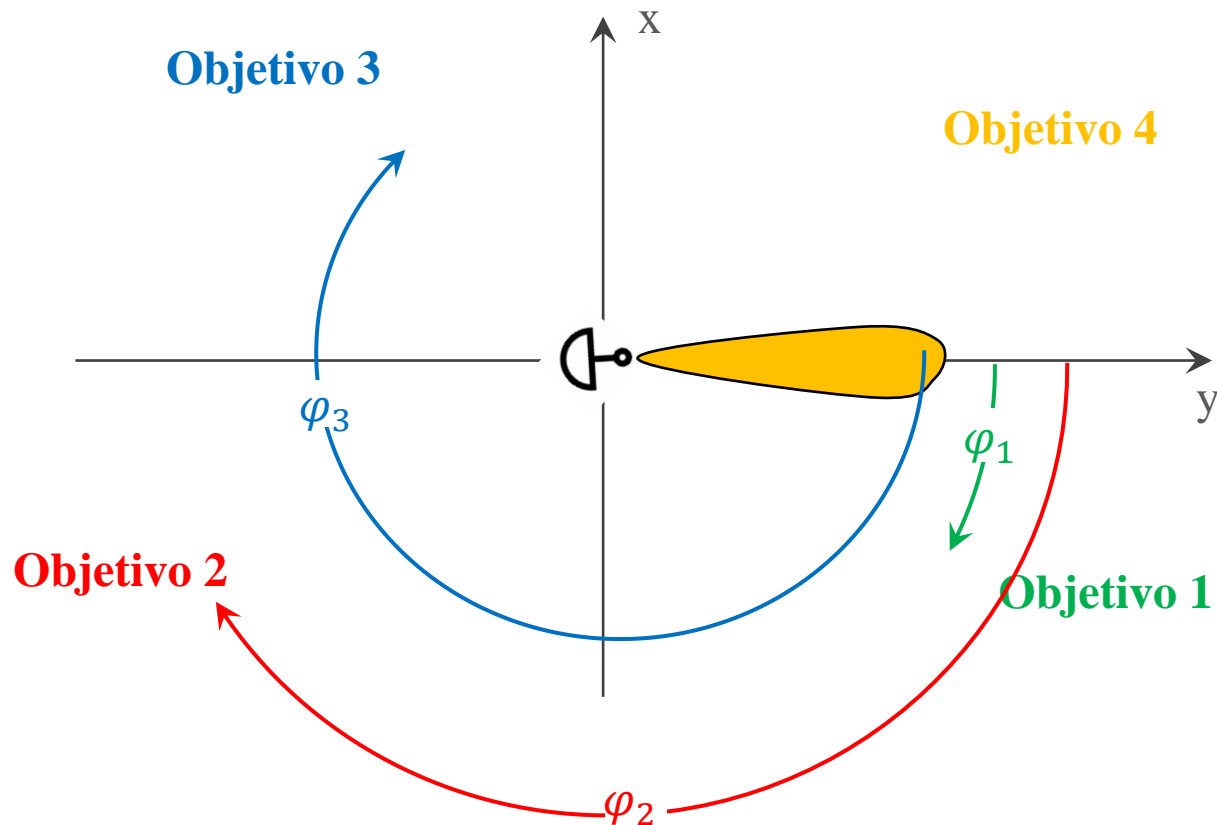
Patrón de radiación de una Antena.



Direcccionamiento

Para determinar la ubicación de donde proviene un eco, se necesita dos parámetros, Rango y **DIRECCIÓN**.

Patrón de radiación direccionado de forma Mecánica.



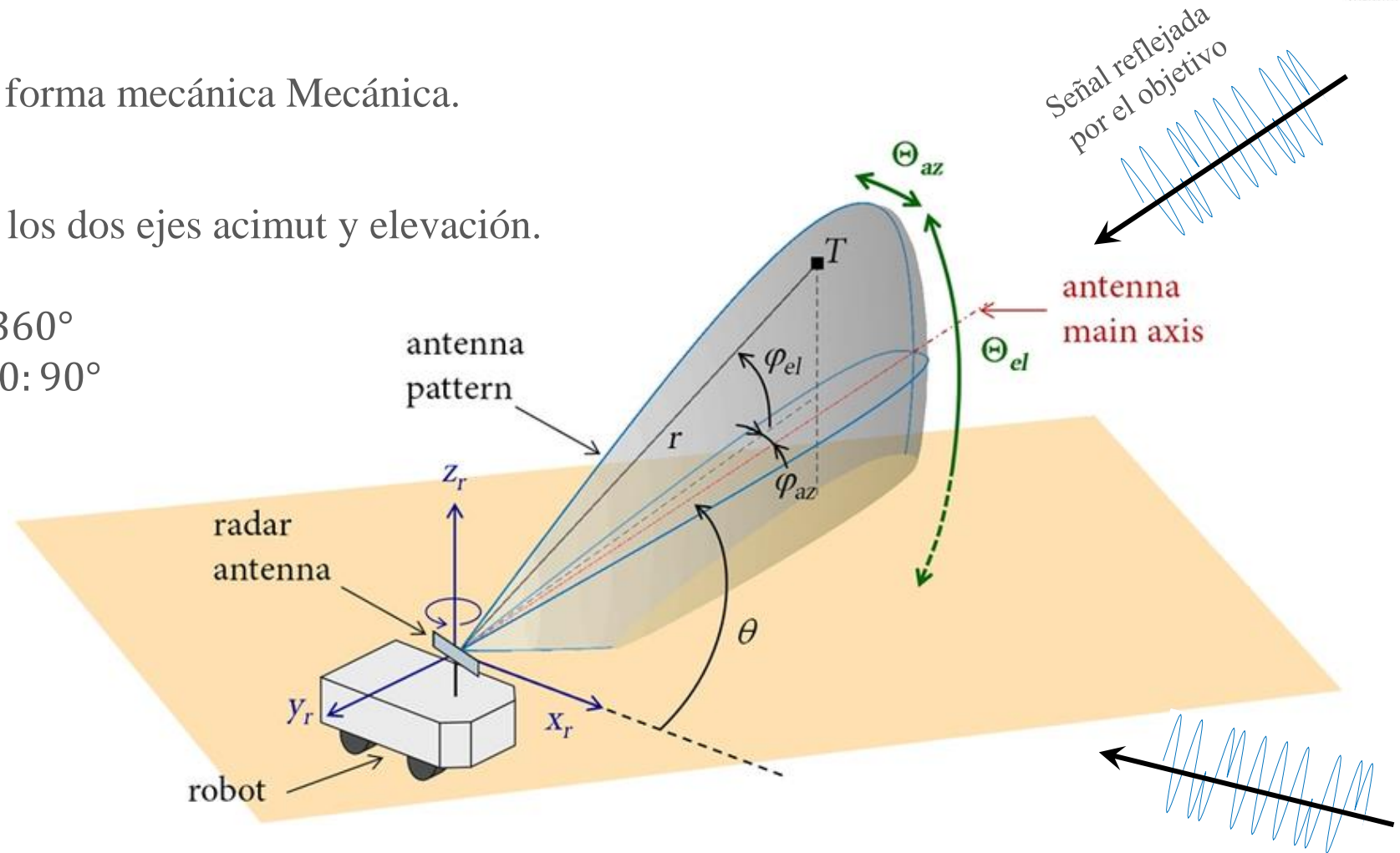
Direccionamiento

Patrón de radiación girando de forma mecánica Mecánica.

El barrido puede realizarse en los dos ejes acimut y elevación.

Barrido del lóbulo principal:

- Angulo de acimut $\theta = 0:360^\circ$
- Angulo de elevación $\varphi = 0:90^\circ$



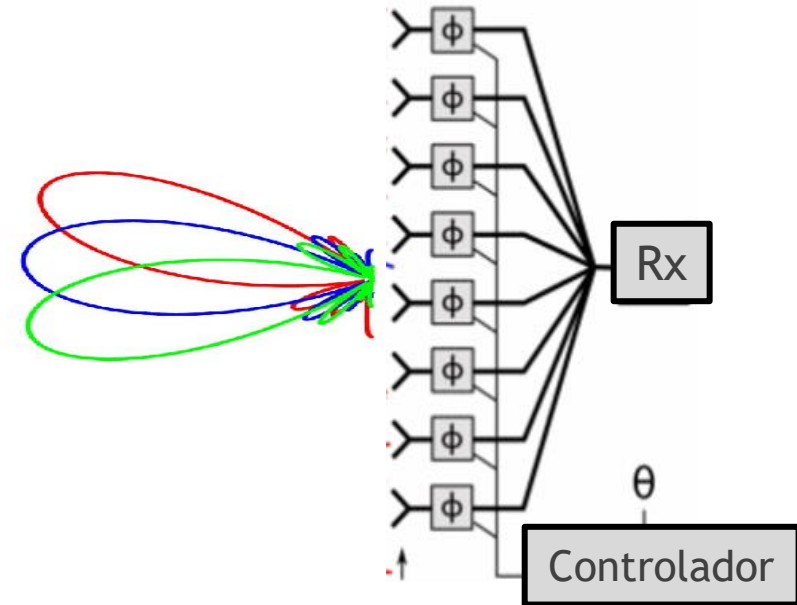
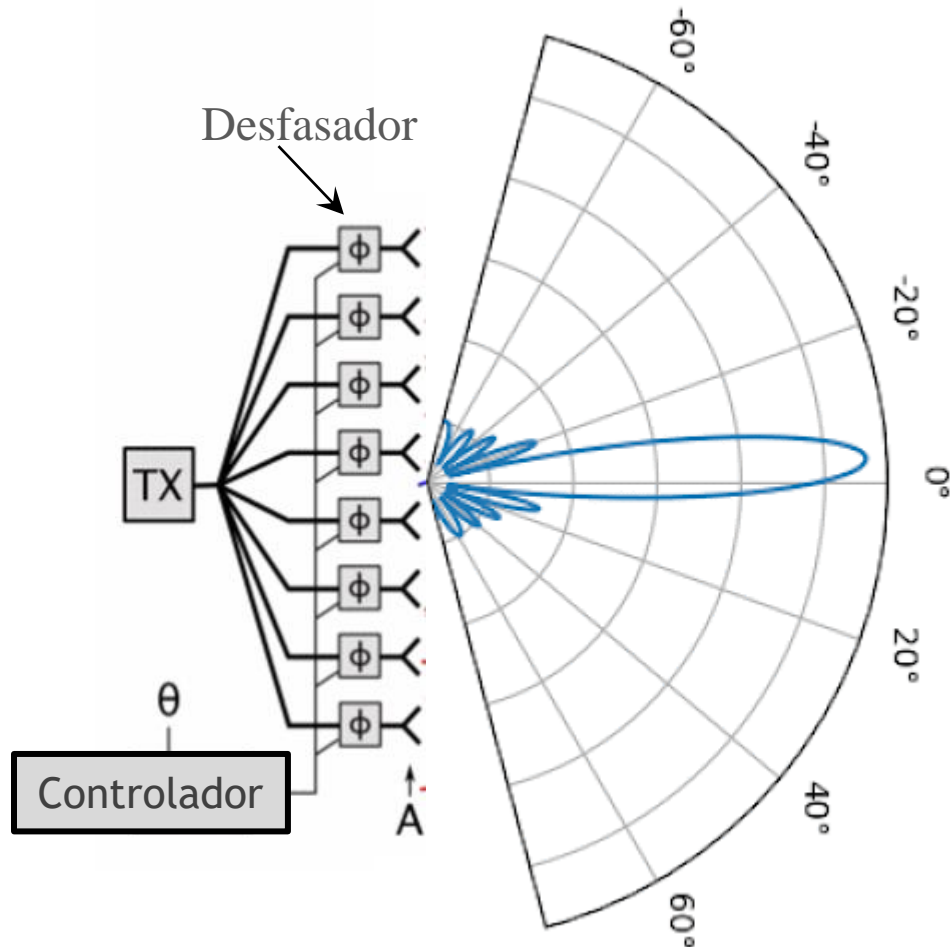
Los radares que determinan el rango y el acimut del objetivo se los denomina Radares 2D

Direccinamiento

Patrón de radiación direccionado de forma Electrónica.

Se emiten/reciben señales en cada una de las antenas que conforman el arreglo.
Modificar los pesos (ϕ) de cada señal, permite direccionar el lóbulo principal.

$\phi = w = A \cdot e^{-j\varphi}$ es un valor complejo, con amplitud y fase.



Direccionamiento 1D

Patrón de radiación direccionado de forma Electrónica.

Para direccionar el lóbulo se debe determinar los valores de los pesos de cada antena (w_i)

$$w_i = A_i \cdot e^{-j2\pi\varphi_i}$$

Al considerar que $A_i = 1 \quad \forall$ elemento i

Las fases (φ_i)

$$\varphi_1 = 0$$

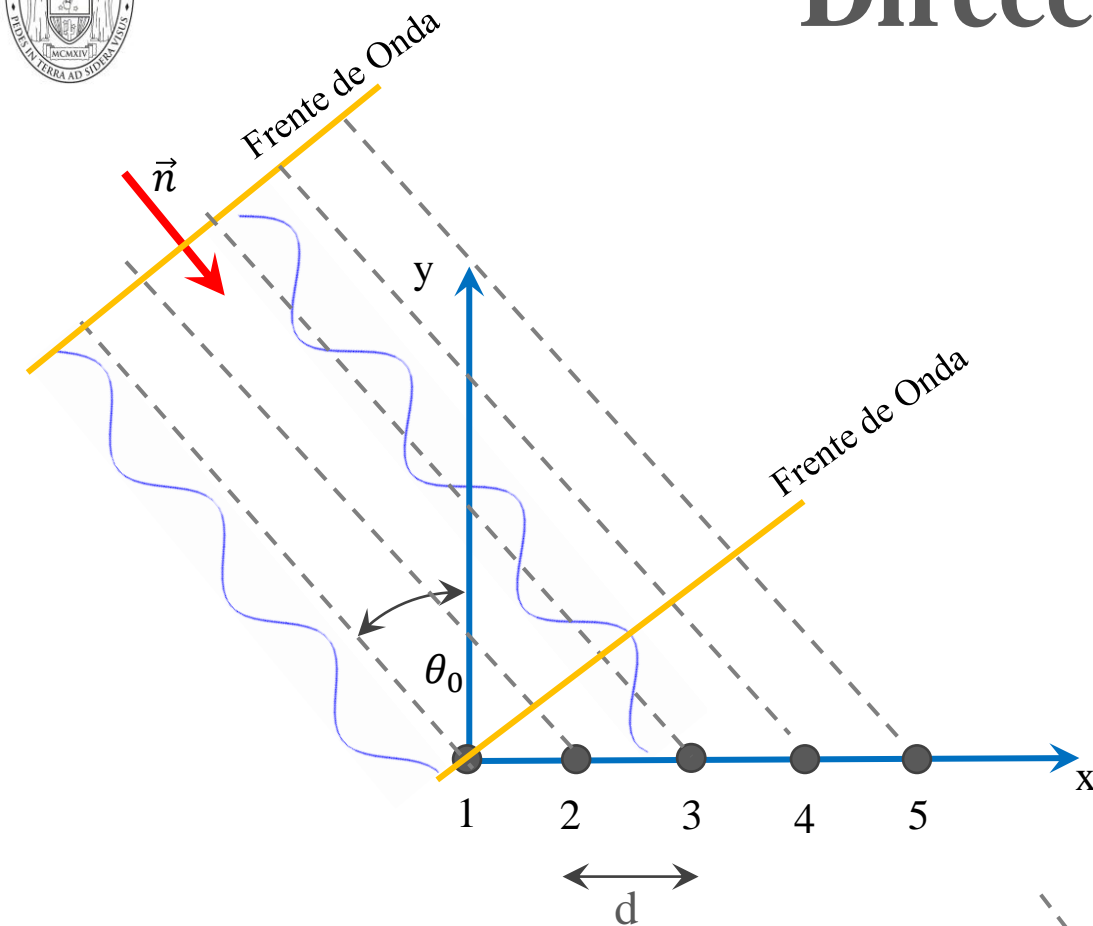
$$\varphi_2 = ???$$

$$D_2 = d \cdot \sin(\theta_0)$$

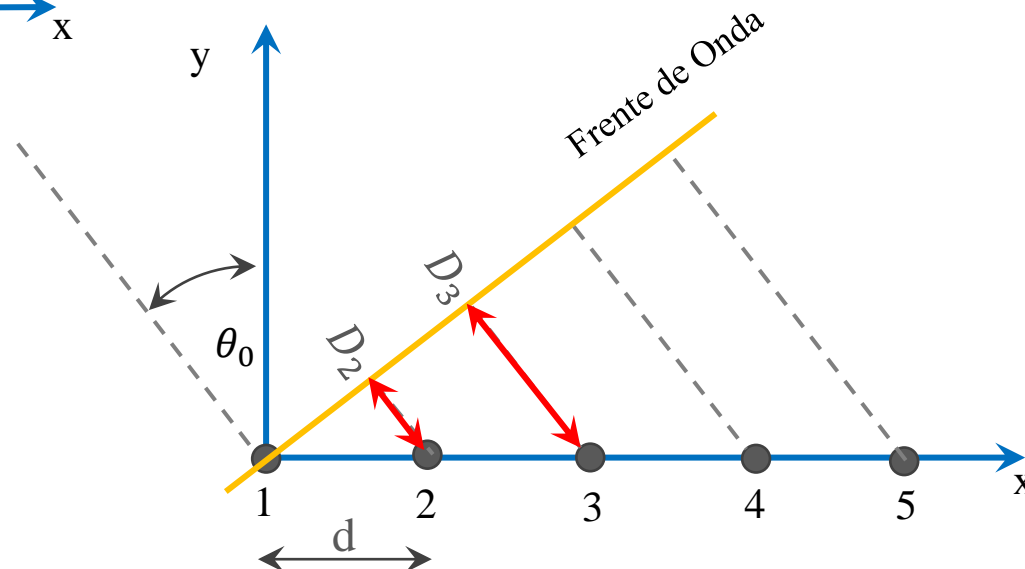
$$\varphi_2 = \frac{D_2}{\lambda}$$

$$D_3 = 2d \cdot \sin(\theta_0)$$

$$\varphi_3 = \frac{D_3}{\lambda}$$

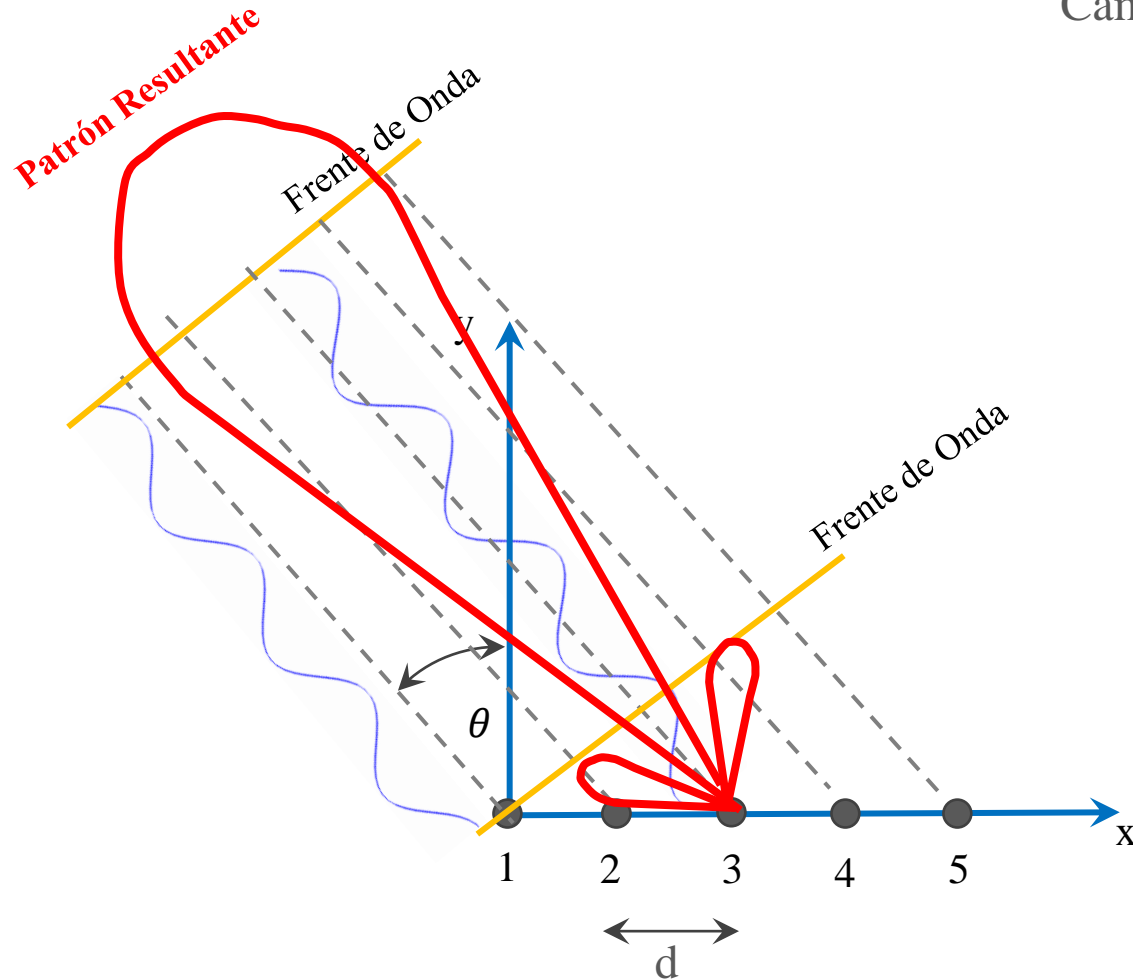


Dirección de arribo (θ_0)



Direccionamiento 1D

Campo Eléctrico del arreglo de antena



$$E(\theta) = \sum_{n=1}^N \text{Patron}_n(\theta) \cdot F(\theta)$$

$$F(\theta) = \sum_{n=1}^N w_n(\theta) \cdot w_n^*(\theta_0)$$

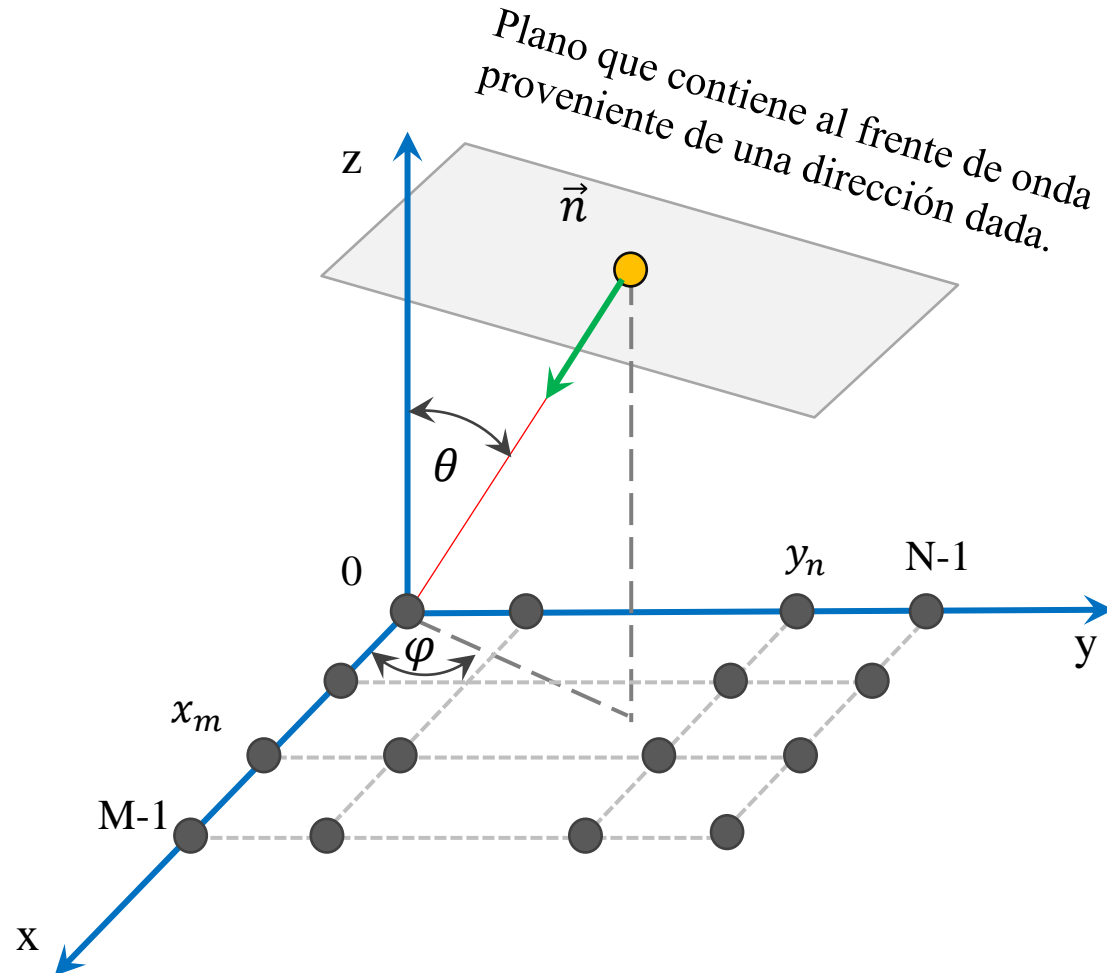
$$w_n(\theta) = A_n \cdot e^{-j2\pi\varphi_n(\theta)}$$

$$\varphi_n(\theta) = \frac{d \cdot n \cdot \sin(\theta)}{\lambda}$$

- $F(\theta)$: Factor de arreglo
- $\text{Patron}_n(\theta)$: Patron de radiación de cada elemento
- θ_0 : ángulo deseado de apuntamiento
- θ : ángulo cualquiera comprendido entre $0^\circ : 180^\circ$

Direccionamiento 2D

Un arreglo de antenas en 2 dimensiones me permite direccionar el lóbulo en todo el espacio.



Campo Eléctrico del arreglo de antena

$$E(\theta, \varphi) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \text{Patron}_{m,n}(\theta, \varphi) \cdot F(\theta, \varphi)$$

$$F(\theta, \varphi) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N w_{n,m}(\theta, \varphi) \cdot w_{n,m}^*(\theta_0, \varphi_0)$$

$$w_{n,m}(\theta, \varphi) = A_{n,m} \cdot e^{-j2\pi\varphi_n(\theta, \varphi)} \quad \varphi_{n,m}(\theta, \varphi) = \frac{\overline{p \cdot \vec{n}}}{\lambda}$$

- $F(\theta, \varphi)$: Factor de arreglo
- $\text{Patron}_{m,n}(\theta, \varphi)$: Patron de radiación de cada elemento
- (θ_0, φ_0) : ángulo deseado de apuntamiento
- θ : ángulo cualquiera comprendido entre $0^\circ : 90^\circ$
- φ : ángulo cualquiera comprendido entre $0^\circ : 360^\circ$
- p : posiciones de cada elemento del arreglo

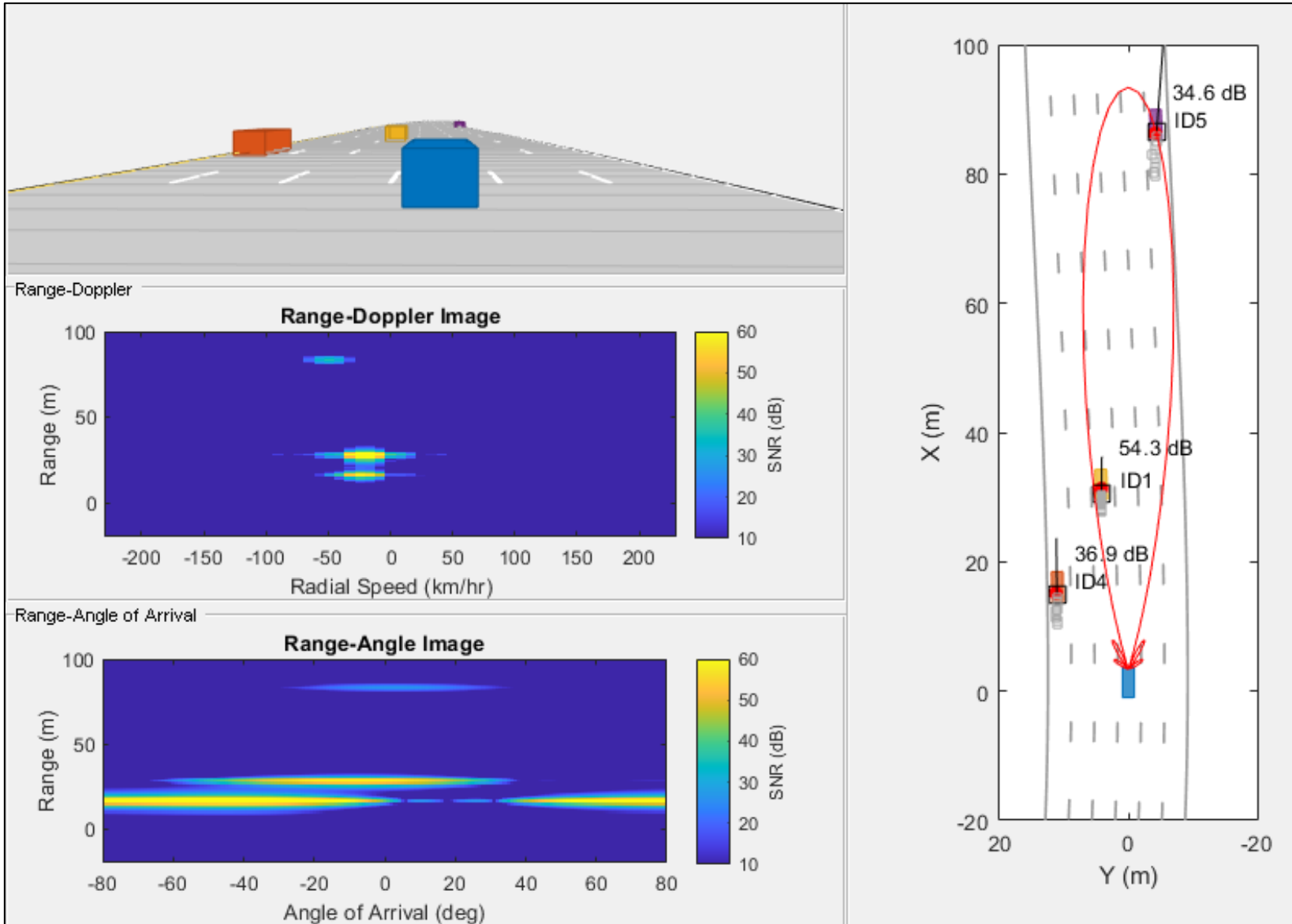




Fin Clase 6



Simulación



Variables medidas

- Distancia
- Velocidad
- Dirección

