

## LA POLARIZACIÓN

**Objetivo:** Visualizar y analizar los distintos tipos de polarización de ondas EM a través de EMANIM.

La práctica se desarrollará haciendo uso del software  
EMANIM:<https://emanim.szialab.org/index.html>

Para familiarizarte con el EMANIM, empezaremos con el caso más simple: UNA SOLA ONDA EM. Representa los 4 tipos de polarización que aparecen en el programa (Vertical, Horizontal, Circular (L) y Circular (R)) y para cada uno de los casos prueba lo siguiente:

- Obsérvanos desde diferentes puntos (“view”) y a diferentes velocidades (“Animation rate”).
  - Varía su amplitud y su longitud de onda.
  - Mira el campo con la opción “*components*” marcada y sen marcar.  
  - Con el modo “*components*” activado , qué diferencias aprecias entre las polarizaciones lineales y las circulares? Qué cambios observas al variar la longitud de onda?

## 1. Interferencia Coherente

Hablamos de INTERFERENCIA COHERENTE cuando dos ondas EM de la misma frecuencia (y/o de la misma longitud de onda) se propagan al mismo tiempo en el medio. Con la ayuda del Emanim vamos a comprobar qué ocurre en este tipo de interferencia según la polarización y el desfase entre ambas. Para ello, configuraremos las dos ondas de manera que tengan la misma Amplitud y la misma Longitud de onda:

**Amplitude=5**      **Wavelength=5**

## 1.1 Interferencia constructiva o en fase

La interferencia coherente es **constructiva** cuando las dos ondas que interfieren tienen un desfase de  $0^\circ$ . Para comprobarlo configuraremos el Emanim con **Phase difference = 0**.

En la tabla I apunta para cada una de las combinaciones propuestas la amplitud de la onda resultante de la interferencia ( **Wave 1 + Wave 2** ) y el tipo de polarización, especificando su orientación si es lineal , y su sentido de giro si es elíptica:

Lineal Horizontal (H), Lineal Vertical (V), Lineal de inclinación  $X^\circ$ , Circular CW (RHC), Circular CCW (LHC), Elíptica CW o elíptica CCW.

*Tabla I: Interferencia coherente constructiva*

			Wave1 + Wave2	
	Wave 1	Wave 2	Amplitud	Polarización
a)	V	V		
b)		H		
c)	H	V		
d)		H		
f)	RHC	RHC		
g)		LHC		
h)		H		
i)	LHC	LHC		
j)		H		

- En qué casos la amplitud de la onda resultante de la interferencia es la suma de las amplitudes de las ondas interferentes? Por qué hay casos en que no ocurre lo mismo?
- Qué ocurre cuando interfieren polarizaciones cruzadas? Qué casos son estos? El tipo de polarización de la onda resultante de la interferencia es la misma que la de las interferentes?
- Se te ocurre cómo podrías conseguir que la onda resultante de la interferencia fuera lineal con una inclinación aproximada de  $30^\circ$ ? Explica cómo:
- Compara la longitud de onda de la onda resultante de la interferencia con la de las interferentes. Hay cambios? Qué conclusión extraes de esta observación?

## 1.2 Interferencia destructiva o en contrafase

La interferencia coherente es destructiva cuando las dos ondas que interfieren tienen un desfase de  $180^\circ$ . Para comprobarlo configuramos el Emanim con

**Phase difference = 180**

Haz los casos propuestos en la tabla II igual que en el ejercicio 1.1.

*Tabla II: Interferencia coherente destructiva*

			Wave1 + Wave2	
	Wave 1	Wave 2	Amplitud	Polarización
a)	V	V		
b)		H		
c)	H	V		
d)		H		
f)	RHC	RHC		
g)		LHC		
h)		H		
i)	LHC	LHC		
j)		H		

- En qué casos la amplitud de la onda resultante de la interferencia es cero? Por qué hay casos en que no ocurre lo mismo?
- Cuánto va una onda adelantada respecto de la otra si el desfase es  $180^\circ$ ? Y cuánto es el desplazamiento en el tiempo? Calcula ambos valores si  $\lambda=5\text{ m}$  y  $c_0=3\cdot10^8\text{ m/s}$

### 1.3 Ondas Ortogonales o en cuadratura de fase.

Un caso particular de interferencia coherente se da cuando las dos ondas que interfieren tienen un desfase de  $90^\circ$ . Para comprobarlo configuramos el Emanim a

**Phase difference = 90**

Haz los casos propuestos en la tabla III igual que en el ejercicio 1.1 e 1.2.

*Tabla III: Ondas en Cuadratura de fase*

	Wave 1	Wave 2	Amplitud	Wave1 + Wave2
				Polarización
a)	V	V		
b)		H		
c)	H	V		
d)		H		
f)	RHC	RHC		
g)		LHC		

- Se te ocurre cómo podrías conseguir que la onda resultante de la interferencia fuera elíptica CCW? Explica como:

### 1.4 Conclusión sobre la Interferencia Coherente.

- Según los resultados observados en los apartados anteriores, explica razonadamente cuál estimas que es el caso más y menos favorable de interferencia coherente segun las polarizaciones y desfase de las ondas interferentes.

## 2. Suma de Ondas No Coherentes: Multiplexación FDM

Cuando por un mismo medio se propagan al mismo tiempo dos o más ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (ondas no coherentes) no interfieren entre sí, ya que como tienen diferentes frecuencias sus espectros no se solapan. Es el caso de la llamada **multiplexación por división en frecuencia FDM**. En este caso, aunque se recibe una señal resultante de la suma de las ondas, en recepción siempre es posible recuperar las señales originales empleando filtros.

Usaremos el Emanim para observar el resultado de esta superposición temporal de ondas de diferente frecuencia. Para ello configuraremos los siguientes valores:

**Wave 1: Wavelength=4**

**Wave 2: Wavelength=8**

Observa el resultado en los siguientes casos:

- a) Suma de dos Ondas con polarización Vertical.
  - b) Suma de dos Ondas con polarización RCH.
- 
- La onda resultante de la superposición sigue pareciendo una onda sinusoidal? Y, tiene la misma polarización que las ondas que se suman?
  - Sabes como se llaman las figuras que describe la onda resultante de la superposición en los diferentes casos?