

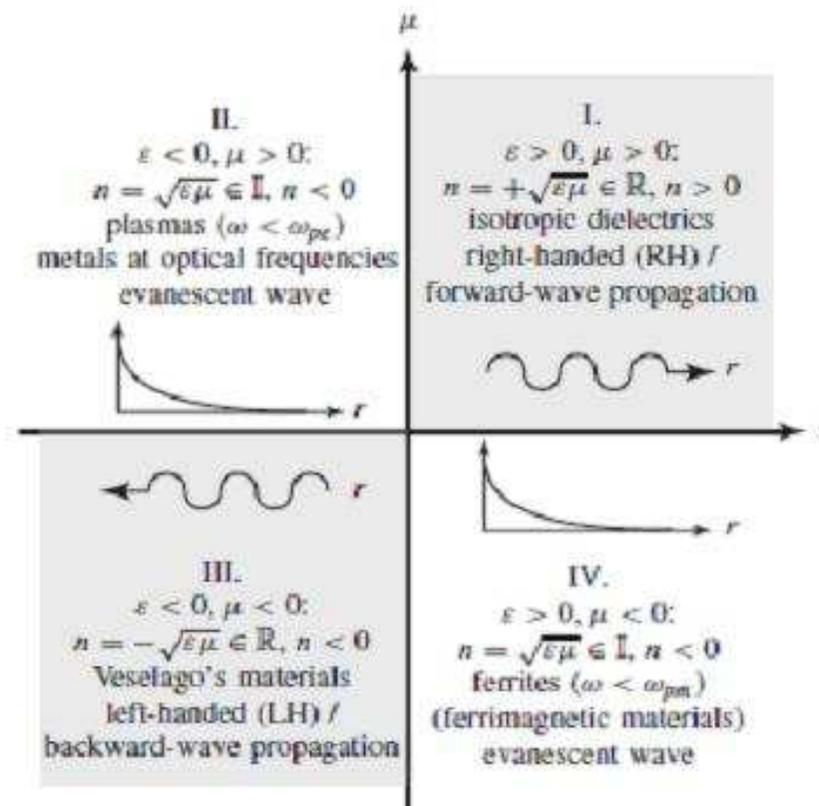
Modelos circuitales de línea de
transmisión para la
caracterización de metamateriales

Tesista: Martín Besada

Tutor: Juan Carlos Fernández

¿Qué es un metamaterial?

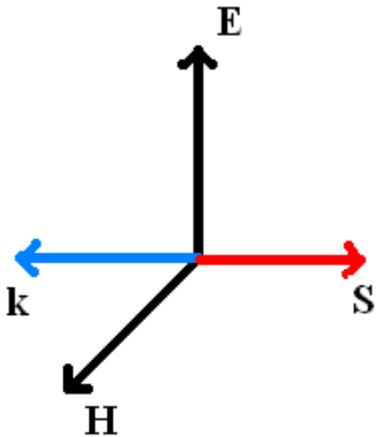
- Hipótesis de Veselago



Metamaterial: $\epsilon < 0, \mu < 0$

¿Qué es un metamaterial?

Onda retrógrada

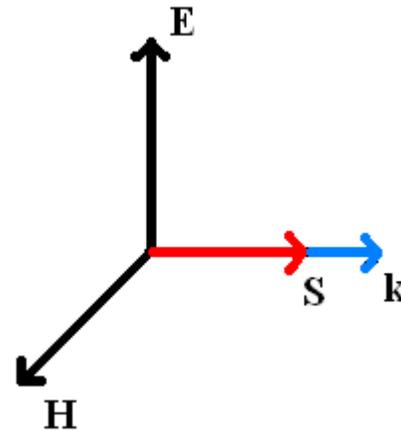


Material “left handed”

$$\epsilon < 0, \mu < 0$$

$$n \text{ (índice de refracción)} < 0$$

Onda diestra



Material “right handed”

$$\epsilon > 0, \mu > 0$$

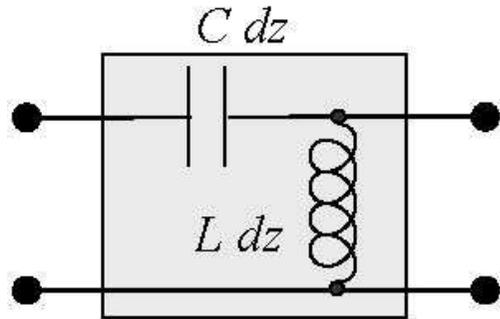
$$n \text{ (índice de refracción)} > 0$$

Consecuencias

- Inversión de la ley de Snell
- Inversión del efecto Doppler
- Refracción negativa en interfaces LH-RH
- Inversión de propiedades de lentes divergentes y convergentes
- Metamateriales deben ser necesariamente dispersivos
- Materiales LH se comportan como lentes ideales
- Otras

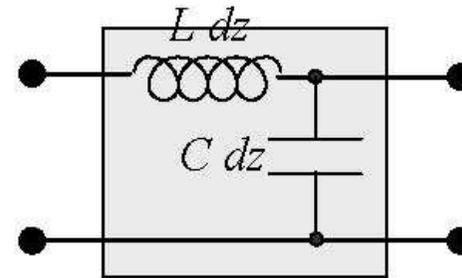
Modelos de línea de transmisión

Modelo material LH



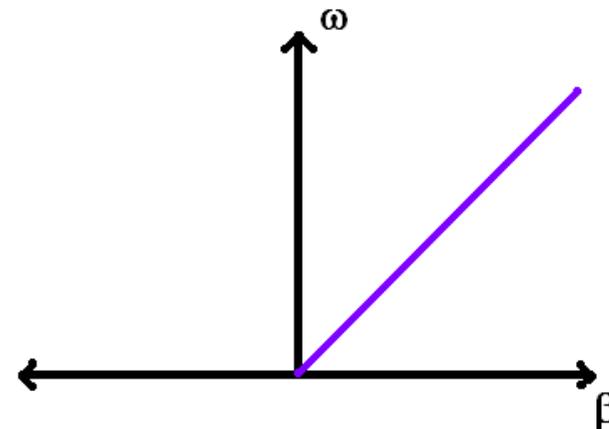
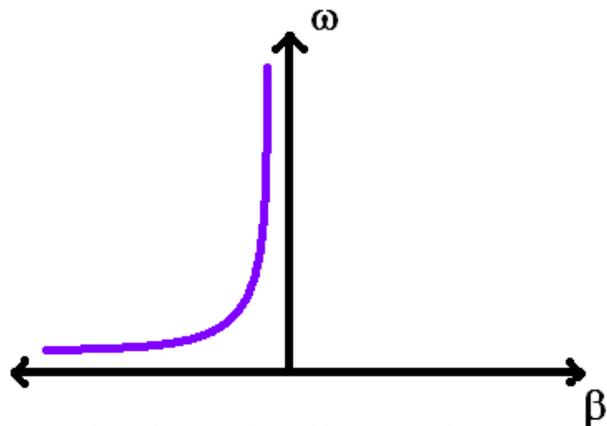
Ondas retrógradas

Modelo material RH



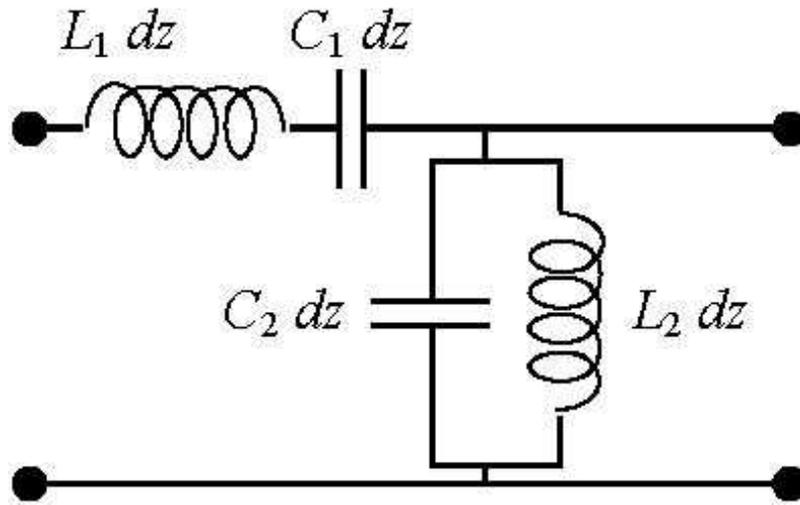
Ondas diestras (tradicionales)

Relación de dispersión



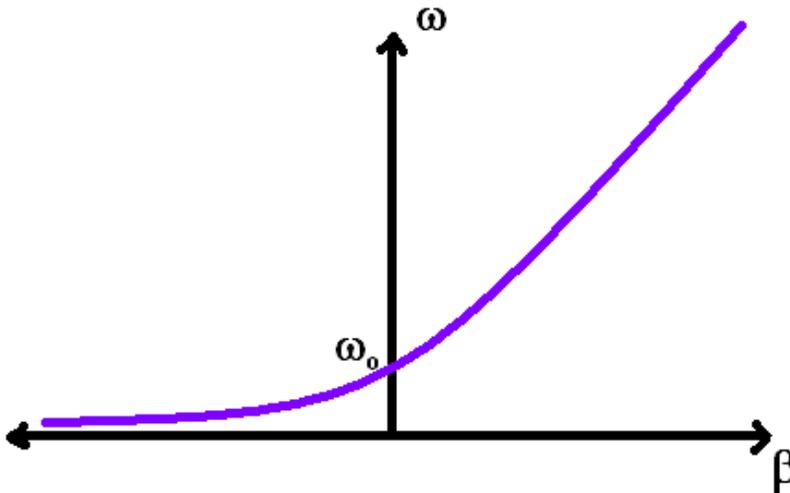
La relación de dispersión es una propiedad fundamental de los sistemas en los que se propagan ondas, ya que relaciona parámetros espaciales (número de onda o longitud de onda) con parámetros temporales (frecuencia o período)

Modelos Composite Right Left Handed (CRLH)



A bajas frecuencias el modelo se comporta como LH y a altas frecuencias como RH

Relación de dispersión



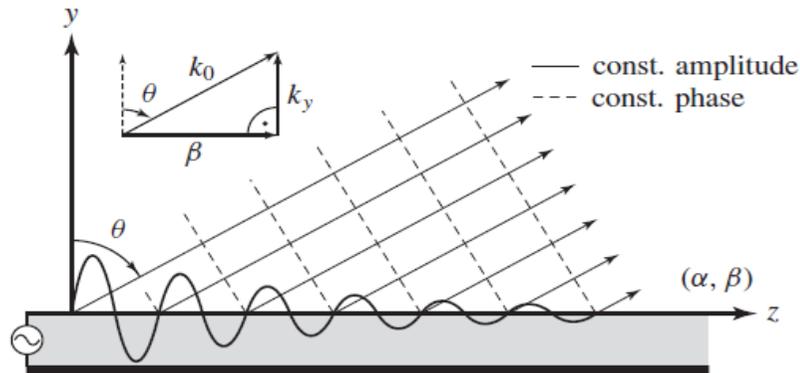
Se observa:

- Para $\omega > \omega_0$ resulta $\beta > 0$ (material RH)
- Para $\omega < \omega_0$ resulta $\beta < 0$ (material LH)

Aplicaciones

- Antenas Leaky Wave con emisión en todo el rango $0 - 180^\circ$
- Dispositivos de banda dual
- Superlentes
- Ensanchamiento de ancho de banda en componentes de RF y microondas
- Miniaturización de componentes
- Invisibilidad
- Otras

Antenas Leaky Wave



$$\theta_{MB} = \sin^{-1}(\beta/k_0)$$

La dirección de máxima emisión depende de β

Con metamateriales:

