

# POLARIZACIÓN

La polarización es una propiedad inherente a las ondas transversales.

La luz natural está constituida por un conjunto de ondas EM que se propagan en una dirección con sus vectores eléctricos orientados al azar, de modo que las direcciones de vibración son todas igualmente probables indep. del tiempo.

Si de esas ondas seleccionamos procedimientos para obtener las que tengan sus vectores eléctricos // entre sí y a una dirección dada, tendremos un haz de luz LINEALMENTE POLARIZADA.

Si el extremo del vector  $\vec{E}$  describe con el tiempo una recta en un plano normal a la dirección de propagación, tendremos luz LINEALMENTE POLARIZADA.

Si describe una elipse tendremos POLARIZACIÓN ELÍPTICA.

" " " circunf. " POLARIZACIÓN CIRCULAR.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

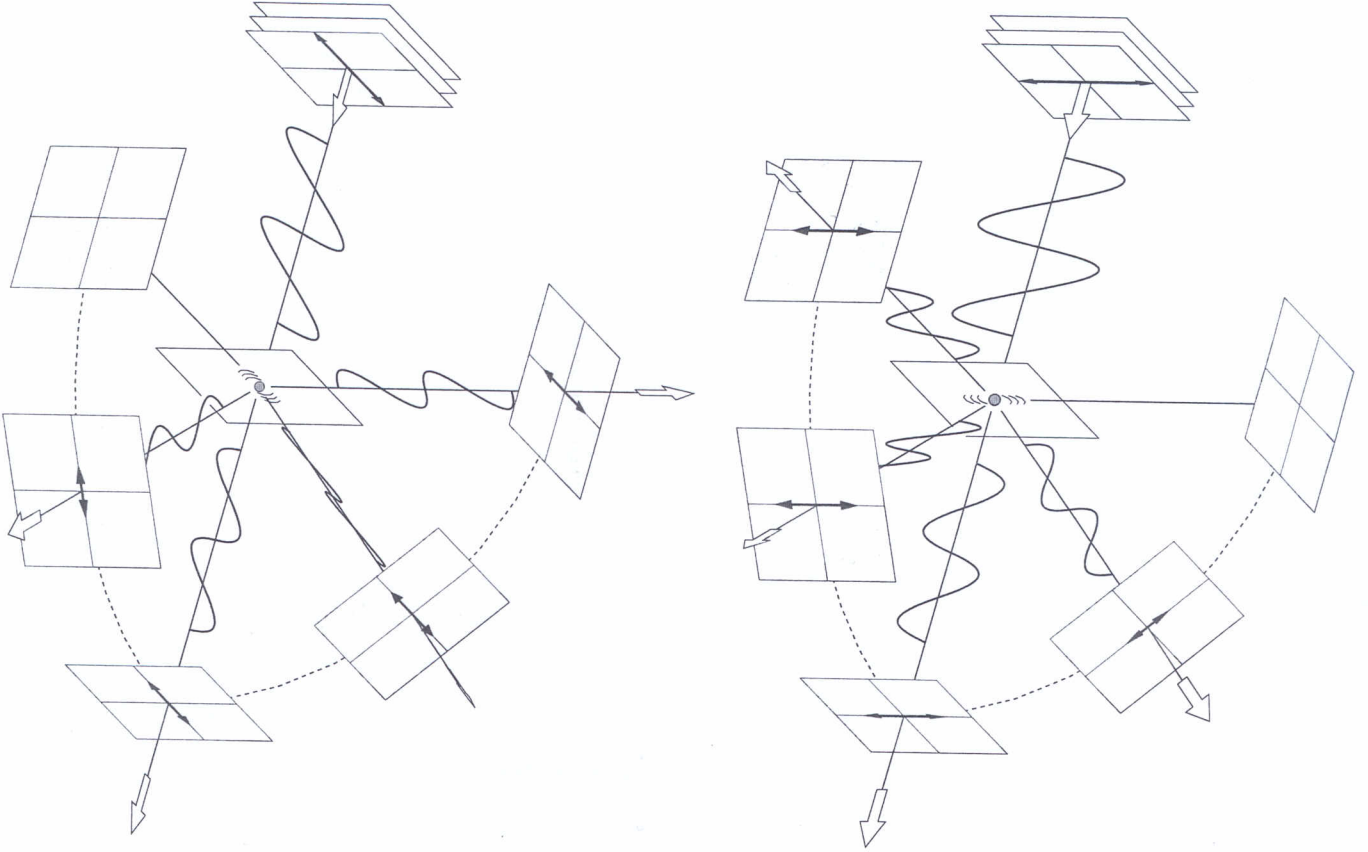


Figura 5-4 Dependencia de la polarización de la luz esparcida con la dirección de observación. La luz incidente está polarizada linealmente.

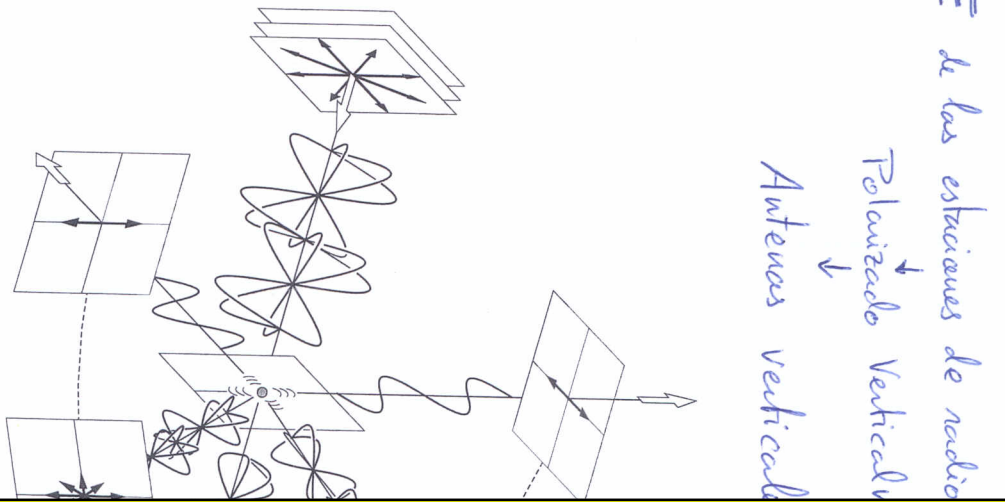


Figura 5-5 Polarización de la luz esparcida en distintas

*E de las estaciones de radio  
 ↓  
 Polarizado Vertical  
 ↓  
 Antenas verticales*

*E de la señal de televisión  
 ↓  
 Polarización horizontal  
 ↓  
 Antenas en posición horizontal*

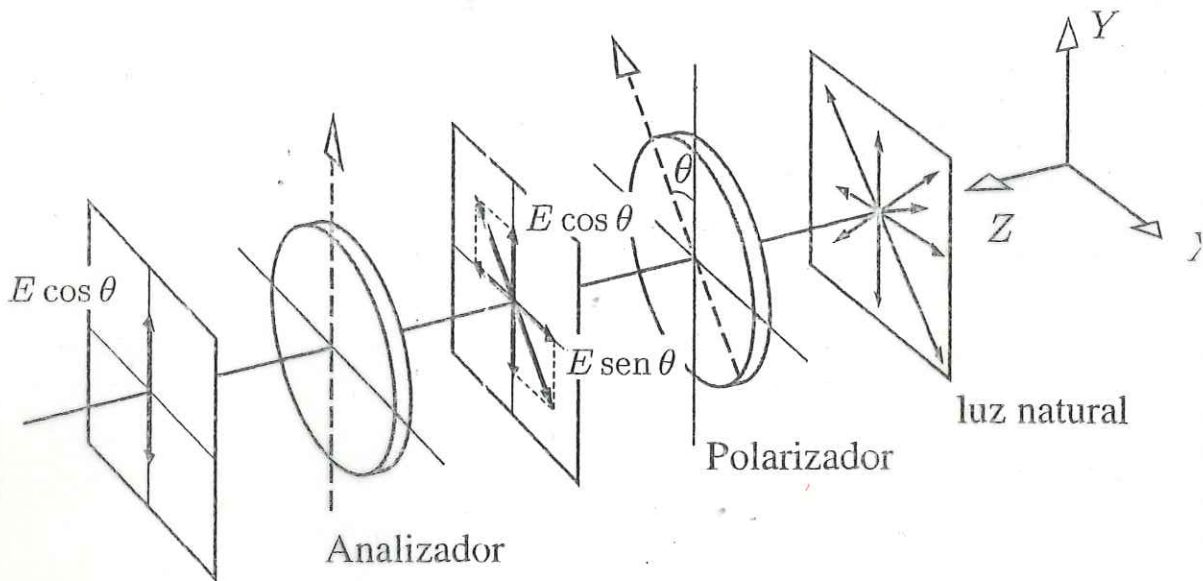
**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

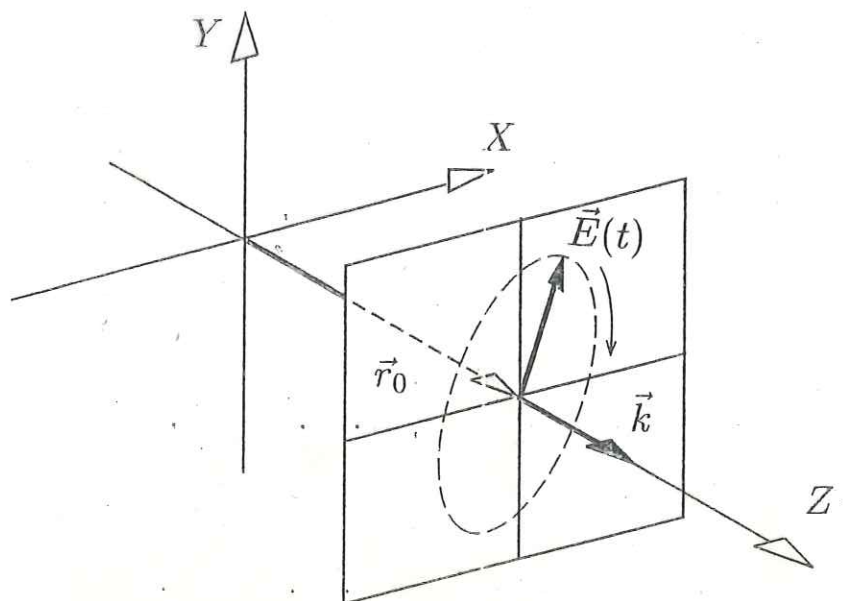
**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



## Capítulo 3. Ondas electromagnéticas en el vacío II: ondas vectoriales



## Capítulo 3. Ondas electromagnéticas en el vacío II: ondas vectoriales



... sistema de ejes elegido para representar el estado de polarización de una onda monochromática en un punto fijo del espacio  $\vec{r}_0$  con polarización dextrógira.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Polarización

En la práctica, la polarización se emplea para reutilizar el espectro electromagnético; para evitar que señales de la misma frecuencia interfieran, se utilizan distintas polarizaciones.

## lineal

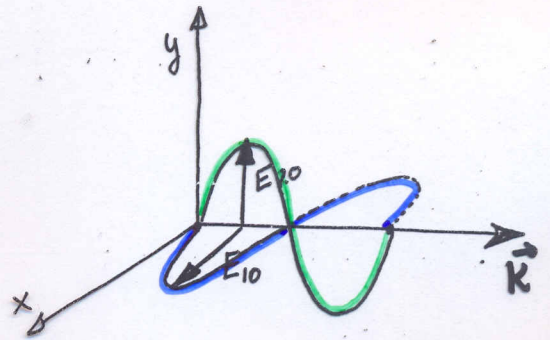
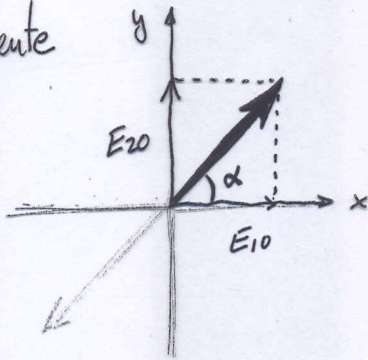
$$\vec{E}(z,t) = \vec{a}_x E_{10} \cos(\omega t - kz) + \vec{a}_y E_{20} \cos(\omega t - kz)$$

Si fijo  $z=0$

$$E(0,t) = \vec{a}_x E_{10} \cos \omega t + \vec{a}_y E_{20} \cos \omega t$$

Onda polarizada linealmente  
Con un ángulo

$$\tan \alpha = \frac{E_{20}}{E_{10}}$$



## Elíptica

$$\vec{E}(z,t) = \vec{a}_x E_{10} \cos(\omega t - kz) + \vec{a}_y E_{20} \sin(\omega t - kz)$$

Si fijo  $z=0$

$$E(0,t) = \vec{a}_x E_{10} \cos(\omega t) + \vec{a}_y E_{20} \sin \omega t$$

(Pol. a derecha Pol. a izquierda) | Dextrógira (óptica)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Si  $E_{10} = E_{20}$

Circular.

INGEN.: Viendo IRSE la onda

Tambien es Polariz. Elíptica

Desfase  $\Delta\psi = \psi_2 - \psi_1$

$$E(r, t) = \frac{E_{10}}{\quad} \cos(\omega t - \vec{k}\vec{r} + \psi_1) \vec{e}_1 + \frac{E_{20}}{\quad} \cos(\omega t - \vec{k}\vec{r} + \psi_2) \vec{e}_2$$

El fasor se puede escribir

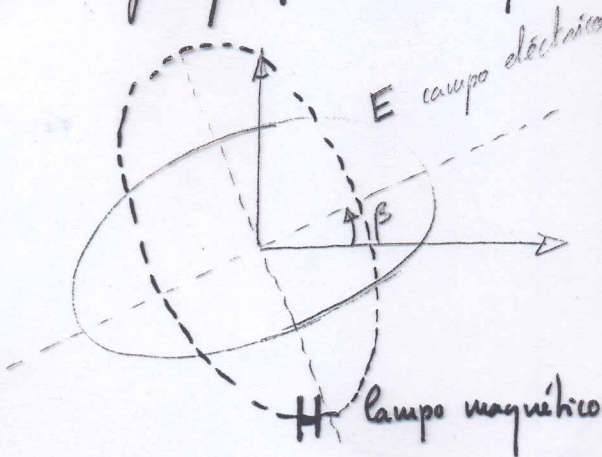
$$p = \frac{E_{20}}{E_{10}}$$

$$E(r) = (E_{10} e^{i\psi_1} \vec{e}_1 + E_{20} e^{i\psi_2} \vec{e}_2) \cdot e^{-i\vec{k}\vec{r}}$$

## Características de la Polariz. Elíptica

### Orientación

Es el ángulo que forma el semieje mayor con la dirección de referencia.



$$\beta = \frac{1}{2} \arctg \frac{2 E_{10} E_{20} \cos(\psi_2 - \psi_1)}{E_{10}^2 - E_{20}^2}$$

### Relación Axial

Relación entre el eje mayor y el eje menor.

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

$(\frac{1}{p} + p)$

## Más sobre POLARIZACIÓN

$$E(z,t) = \text{Re} \left[ (E_r + i E_i) \cdot e^{i\omega t - \beta z} \right] =$$

$$= e^{-\alpha z} \left[ E_r \cos(\omega t - \beta z) - E_i \sin(\omega t - \beta z) \right]$$

Expresión del valor instantáneo del campo eléctrico de una onda monocromática que se propaga en la dirección  $\vec{n} = \vec{z}$

Polarización	Elíptica	$E_r \neq E_i$	y	$ E_r  \neq  E_i $
	Circular	$E_r \perp E_i$	y	$ E_r  =  E_i $
	lineal	$E_r = 0$ o $E_i = 0$	o	$\vec{E}_r \parallel \vec{E}_i$

**Dextrógina**, a derechas o  $\oplus \implies (E_r \wedge E_i) \cdot \vec{n} < 0$

**levógina**, a izquierdas o  $\ominus \implies (E_r \wedge E_i) \cdot \vec{n} > 0$

~~E<sub>i</sub>~~ Dado  $\vec{E} = [\vec{a}_x(\sqrt{3} + i) + 2i\vec{a}_y] \cdot e^{-i\frac{20\pi}{3}z}$  (V/m)

Dirección de propagación:  $\vec{n} = \vec{z}$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

$$(E_r \wedge E_i) \cdot \vec{z} = 2\sqrt{3} \vec{z} \cdot \vec{z} = 2\sqrt{3} > 0 \text{ levógina}$$

# Notación Fasorial

$$\vec{E}(z) = \vec{a}_x E_{10} e^{-jkz} + \vec{a}_y j E_{20} e^{-jkz}$$

Onda polarizada elípticamente.

levogira

dextrógira

Para que al multiplicar la parte imaginaria de  $e^{-jksz}$  me quede solo el  $\text{sen}$

$$\vec{E}(z) = \vec{a}_x E_{10} e^{-jkz} + \vec{a}_y j E_{10} e^{-jkz}$$

Onda polarizada circularmente

$$\vec{E}(z) = \vec{a}_x E_{10} e^{-jkz}$$

Onda polarizada linealmente

Parte imaginaria en  $E_c$   
Polariz. Circular o Elíptica.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Flujo de Potencia Electromagnética. Vector de Poynting.

$$\vec{E} = a_x E_0 e^{i\omega t}$$

$$\vec{E}^* = a_x E_0 e^{-i\omega t}$$

$$\vec{S} = \vec{E} \wedge \vec{H} \quad (\text{W/m}^2)$$

en notación compleja  $S = \frac{1}{2} E \wedge H^*$

Flujo de Potencia por unidad de área.

$$W_e = \frac{1}{2} \epsilon E^2 = \frac{1}{2} \epsilon \vec{E} \cdot \vec{E}^*$$

densidad de energía eléctrica.

$$W_m = \frac{1}{2} \mu H^2 = \frac{1}{2} \mu \vec{H} \cdot \vec{H}^*$$

densidad de energía magnética.

Densidad de Potencia Media en una onda que se propaga:

$$\vec{S}_{av} = \frac{1}{2} \text{Re} (\vec{E} \wedge \vec{H}^*) \quad \text{W/m}^2$$

Si la onda se propaga en  $Z \rightarrow$

$$E(z) = \vec{a}_x E_0 \cdot e^{-(\alpha+i\beta)z}$$

$$\vec{S}_{av} = \vec{a}_z \frac{E_0^2}{2\eta}$$

Ej. Onda polarizada elípticamente viaja en la dirección  $Z$  positiva, en el aire ( $\eta = 377 \Omega$ )

$$E_x = 3 \text{ sen}(\omega t - \beta x) \quad \text{V/m}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70