ONDA PLANA UNIFORME

EL FRENTE DE ONDA ES UNA SUPERFICIE DE FASE UNIFORME. EL FRENTE DE ONDAS ES UN PLANO.
LA ONDA PLANA ES UNIFORME SI EL FRENTE DE ONDA ES UNA SUPERFICIE DE FASE UNIFORME Y AMPLITUD UNIFORME.

SE HA VISTO QUE EL CAMPO ELÉCTRICO SE PUEDE ESCRIBIR COMO:

$$\vec{E} = \hat{x}\, E_0\, e^{+j(\omega t - \beta z)}$$

$$\vec{H} = \hat{y}\, H_0\, e^{+j(\omega t - \beta z)}$$

$E_0(xyz)$ Y $H_0(xyz)$.

SE PROPAGA EN Z Y ESTA POLARIZADA EN $\hat{x}$ EN EL VACÍO.
SOLO LA ONDA PROGRESIVA

$$\frac{\partial}{\partial t} = j\omega$$

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x}\hat{x} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{y} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{z} = \frac{\partial}{\partial z}\hat{z} = -j\beta\,\hat{z}.$$

MUCHAS VECES A γ SE LO LLAMA K

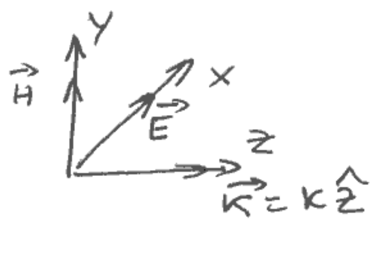
$$\nabla = -jk\,\hat{z}$$

LAS ECUACIONES DE MAXWELL SE ESCRIBEN:

$$-jk\,\hat{z}\cdot\vec{E} = 0 \qquad -jk\,\hat{z}\times\vec{E} = -j\omega\mu\vec{H}$$

$$-jk\,\hat{z}\cdot\vec{H} = 0 \qquad -jk\,\hat{z}\times\vec{H} = j\omega\epsilon\vec{E}$$

POR LO TANTO
$\vec{E}$ Y $\vec{H}$ SON TRANSVERSOS



A CONTINUACIÓN CONSIDERE QUE LA ONDA PLANA SE PROPAGA EN UNA DIRECCIÓN ARBITRARIA

$$\vec{k} = \hat{x} k_x + \hat{y} k_y + \hat{z} k_z$$

EL VECTOR $\hat{r} r = \vec{r}$

$$\vec{r} = \hat{x} x + \hat{y} y + \hat{z} z$$

EL CAMPO ELECTRICO SE PUEDE ESCRIBIR

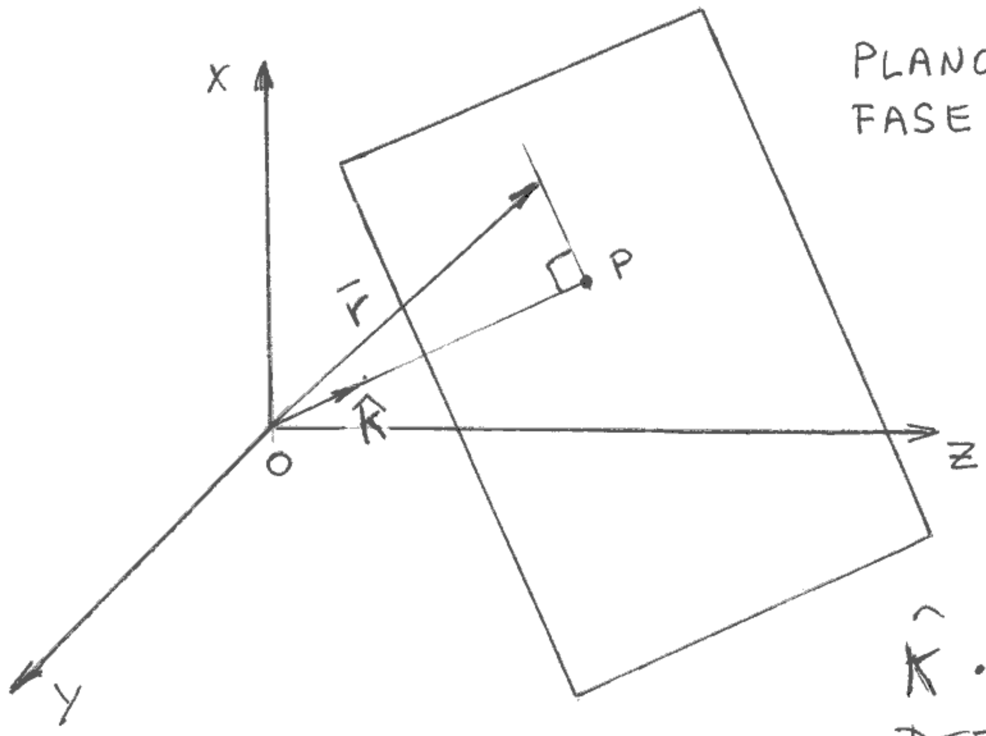
$$\vec{E} = \hat{x} E_o e^{-j \vec{k} \cdot \vec{r}}$$

O BIEN:

$$\vec{E} = \hat{x} E_o e^{j(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})}$$

GENERALIZANDO: $\vec{E} = \vec{E}_o e^{j(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})}$

$\vec{H} = \vec{H}_o e^{j(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})}$



PLANO DE FASE CTE

SEGMENTO

$\hat{k} \cdot \vec{r} = \overline{OP}$

DEFINE EL PLANO.

EN UNA REGIÓN LIBRE DE CARGAS:

$$\nabla \cdot \vec{E} = 0$$

$$\nabla \cdot \left(\vec{E_o}\, e^{-j\vec{k}\cdot\vec{r}}\right) = 0$$

$$\vec{E_o} \cdot \nabla\left(e^{-j\vec{k}\cdot\vec{r}}\right) = 0$$

DONDE:

$$\nabla\left(e^{-j\vec{k}\cdot\vec{r}}\right) = \left(\hat{x}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{y}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{z}\frac{\partial}{\partial z}\right) e^{-j(k_x x + k_y y + k_z z)}$$

$$'' \quad = -j\left(k_x\hat{x} + k_y\hat{y} + k_z\hat{z}\right) e^{-j(k_x x + k_y y + k_z z)}$$

$$'' \quad = -j\vec{k}\, e^{-jk\hat{k}\cdot\vec{r}}$$

POR LO TANTO

$$\vec{E_o} \cdot \nabla\left(e^{-j\vec{k}\cdot\vec{r}}\right) = \vec{E_o} \cdot \vec{k}\left(-j\, e^{-j\vec{k}\cdot\vec{r}}\right) = 0$$

RESULTA

$$\boxed{\vec{E_o} \cdot \vec{k} = 0}$$

$\vec{E_o}$ ES TRANSVERSAL A LA DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN

EL CAMPO MAGNÉTICO SERÁ:

$$\vec{H} = \frac{\nabla \times \vec{E}}{-j\omega\mu} = \frac{-j\vec{k} \times \vec{E}}{-j\omega\mu} = \frac{\hat{k} \times \vec{E}}{\frac{\omega\mu}{k}} = \frac{\hat{k} \times \vec{E}}{Z}$$

$$\boxed{\vec{H} = \frac{\left(\hat{k} \times \vec{E_o}\right) e^{-j\vec{k}\cdot\vec{r}}}{Z}} \quad [A/m]$$

SE OBTIENE UNA ONDA TEM, ES DECIR:

$\vec{E} \perp \vec{H}$ $\quad\quad$ $\vec{E}$ y $\vec{H}$ $\perp$ A $\vec{k}$

$(\vec{E} \perp \vec{k}$ y $\vec{H} \perp \vec{k})$

EN GENERAL LAS ECS DE MAXWELL:

$$\boxed{\begin{aligned} &-j\vec{k} \cdot \vec{E} = 0 \\ &-j\vec{k} \times \vec{E} = -j\omega\mu\vec{H} \\ &-j\vec{k} \cdot \vec{H} = 0 \\ &-j\vec{k} \times \vec{H} = \sigma\vec{E} + j\omega\epsilon\vec{E} \end{aligned}}$$