OEM Chapitre 2 : Polarisation des ondes planes progresives monochromatiques

3/2/2012

1 Définition

Idée : pour une onde plane progressive monochromatique, si $\overrightarrow{u}$ et $\overrightarrow{E}$ sont connus, tout est connu.
À une onde plane progressive monochromatique, on va associer un type de polarisation suivant la nature du mouvement de $\overrightarrow{E}$ dans un plan orthogonal à $\overrightarrow{u}$ vu par un observateur qui voit l'onde arriver sur lui.

2 Cas général

On se place dans le cas où $\overrightarrow{u} = \overrightarrow{u_z}$. Alors

$$\overrightarrow{E} = \left| \begin{array}{l} E_{0_x} \cos\left(\omega \cdot t - k \cdot z + \varphi_{0_x}\right) \\ E_{0_y} \cos\left(\omega \cdot t - k \cdot z + \varphi_{0_y}\right) \\ 0 \end{array} \right. \quad \text{avec } E_{0_x}, E_{0_y} > 0$$

On observe la figure obtenue en mode XY.
Ici, on raisonne à z fixé. On est dans le même cas de figure qu'en TP d'électricité avec les oscilloscopes.
On dit qu'on a une polarisation elliptique qualifiée de droite (sens horaire) ou gauche (sens trigo) suivant le sens de parcours de l'ellispe tel qu'il est vu par l'observateur.

3 Cas particuliers

- Si $\varphi_{0_x} \equiv \varphi_{0_y}[2\pi]$, on obtient une droite qui fait un angle α avec l'axe des X.
  On parle de polarisation rectiligne.
  Par ailleurs :
  $$\frac{E_y}{E_x} = \frac{E_{0_y}}{E_{0_x}} = \tan\alpha = \text{constante}$$
- Si $\varphi_{0_y} \equiv \varphi_{0_x} + \pi[2\pi]$, on obtient aussi une polarisation rectiligne.
- Si $\varphi_{0_y} \equiv \varphi_{0_x} + \frac{\pi}{2}[2\pi]$. On obtient une polarisation elliptique.
  Les axes de l'ellipse sont parallèles à Ox et à Oy.
  Si de plus, $E_{0_x} = E_{0_y}$ (toujours dans le cas de la quadrature), on obtient une polarisation circulaire.

4 Quelques décompositions

On peut décomposer les polarisations de différentes façons.
Elliptique quelconque qui devient la superposition de deux polarisations rectilignes orthogonales entre-elles.

$$\left|\begin{array}{l} E_{0_x}\cos\left(\omega\cdot t-k\cdot z+\varphi_{0_x}\right) \\ E_{0_y}\cos\left(\omega\cdot t-k\cdot z+\varphi_{0_y}\right) \end{array}\right. = \left|\begin{array}{l} E_{0_x}\cos\left(\omega\cdot t-k\cdot z+\varphi_{0_x}\right) \\ 0 \end{array}\right. + \left|\begin{array}{l} 0 \\ E_{0_y}\cos\left(\omega\cdot t-k\cdot z+\varphi_{0_y}\right) \end{array}\right.$$

Polarisation rectiligne suivant Ox :

$$\left|\begin{array}{l} E_{0_x}\cos\left(\omega\cdot t-k\cdot z+\varphi_{0_x}\right) \\ 0 \\ 0 \end{array}\right. = \left|\begin{array}{l} \frac{1}{2}\cdot E_{0_x}\cos\left(\omega\cdot t-k\cdot z+\varphi_{0_x}\right) \\ \frac{1}{2}\cdot E_{0_x}\sin\left(\omega\cdot t-k\cdot z+\varphi_{0_x}\right) \\ 0 \end{array}\right. + \left|\begin{array}{l} \frac{1}{2}\cdot E_{0_x}\cos\left(\omega\cdot t-k\cdot z+\varphi_{0_x}\right) \\ -\frac{1}{2}\cdot E_{0_x}\sin\left(\omega\cdot t-k\cdot z+\varphi_{0_x}\right) \\ 0 \end{array}\right.$$

5 Polariseur, loi de Malus

5.1 Polariseur

Définition : un polariseur est un dispositif possédant une direction privilégiée dite direction de transmission : il ne laisse passer que la composante du champ électrique de l'onde parallèle à cette direction et élimine la composante orthogonale.
En sortie, la lumière est polarisée parallèlement à la direction de transmission.
On se sert de polariseur pour analyser la lumière.

5.2 Loi de Malus

Soit une onde incidente polarisée rectilignement qui arrive sur un polariseur. Soit θ l'angle entre la direction de transmission et la direction de polarisation. Soit I_0 l'intensité de l'onde incidente et I l'intensité de l'onde en sortie du polariseur.

$$I = I_0\cdot\cos^2\theta$$