

Prenons le cas d'une onde à basse fréquence et d'une onde à haute fréquence de même puissance, à savoir des intensités de champ identiques. Les électrons ionosphériques exécutent un mouvement sinusoïdal synchronisé comme indiqué précédemment. Mais l'onde sinusoïdale à basse fréquence (dont la période est longue) imprime aux électrons des vitesses bien plus élevées ; nous avons vu que $v = Ee/(j\omega m)$. L'énergie cinétique moyenne de chaque électron est donc égale à $m\langle v^2/2 \rangle = m[Ee/(\omega m)]^2/4$, où E est l'amplitude du champ électrique. Les électrons des couches inférieures de l'ionosphère entrent en collision avec les particules neutres (présentes, puisque l'ionisation n'est pas totale). Une collision moyenne fournit à l'électron une vitesse aléatoire ; son mouvement sinusoïdal synchronisé est alors perdu. La fréquence des collisions est indépendante de la fréquence de l'onde électromagnétique (et même en l'absence de toute onde électromagnétique) et la vitesse des pertes d'énergie est inversement proportionnelle à ω^2 , (ω étant la fréquence de l'onde) ; les auditeurs de stations AM à grande distance doivent attendre la nuit.

Autres modes de propagation

En dehors de la réflexion par l'ionosphère, une onde électromagnétique peut contourner la terre de différentes façons. Citons entre autres la diffusion due aux queues ionisées des météorites qui pénètrent dans l'atmosphère terrestre, la diffusion due aux irrégularités de l'ionosphère même lorsqu'elle n'est pas assez dense pour propager les ondes par réfraction, la diffusion due aux irrégularités de densité dans l'atmosphère neutre (les fluctuations de l'indice de propagation) et la propagation guidée sous les couches atmosphériques lorsqu'il y a une inversion de température.

Bibliographie

- 1 R.E. Colin (1985), *Antennas and Radiowave Propagation*. New-York, McGraw-Hill.
- 2 K. Davies (1966), *Ionospheric Radio Propagation*. New York, Dover.
- 3 M.C. Kelley (1989), *The Earth's Ionosphere : Plasma Physics and Electrodynamics*. San Diego, Academic Press.

Problèmes

29.1 La tension aux bornes d'une antenne de réception est proportionnelle au champ E d'une onde électromagnétique incidente. La « longueur effective » (ou la hauteur effective si l'antenne est verticale) est définie comme étant égale à la tension aux bornes en circuit ouvert divisée par le champ E incident (elle s'exprime bien en mètres puisque l'équation aux dimensions donne $V/(V/m) = m$). Montrez que la longueur effective est donnée par la relation suivante :

$$\text{longueur effective} = \left(\frac{4RA_{\text{equiv}}}{Z_0} \right)^{1/2}$$

où R est la partie réelle de l'impédance de l'antenne, A_{equiv} est l'aire équivalente ($A_{\text{equiv}} = \text{gain} \times \lambda^2/4\pi$) et $Z_0 = 377 \Omega$ ($= \sqrt{\mu_0/\epsilon_0}$, l'impédance en espace libre). Trouvez la longueur effective d'un doublet demi-onde. Vous adopterez les valeurs suivantes : $\text{gain} = 1,6$ et $R = 73 \Omega$.