

La propagation des ondes radioélectriques

Travaux Dirigés (Corrigés)

UTBM-2003-2004

TD n° 4

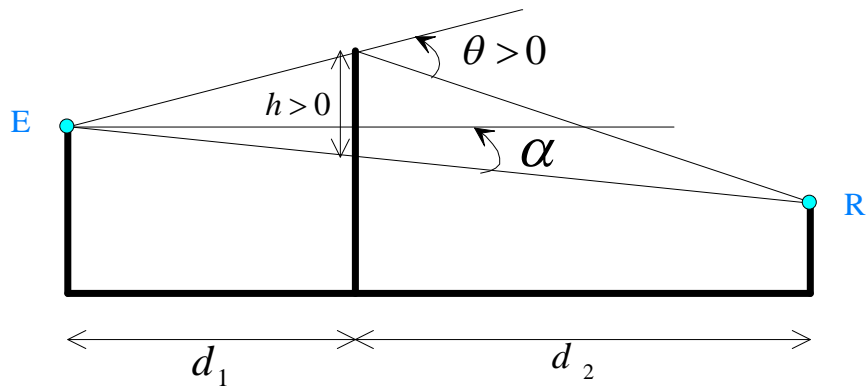
11 - On suppose que l'affaiblissement par diffraction est donné par les relations suivantes:

$$\begin{aligned}
 A_d(dB) &= 0 & \nu &\leq -1 \\
 A_d(dB) &= 20 \log_{10}(0,5 - 0,62\nu) & -1 &\leq \nu \leq 0 \\
 A_d(dB) &= 20 \log_{10}(0,5 \exp(-0,95\nu)) & 0 &\leq \nu \leq 1 \\
 A_d(dB) &= 20 \log_{10}\left(0,4 - \sqrt{0,1184 - (0,38 - 0,1\nu)^2}\right) & 1 &\leq \nu \leq 2,4 \\
 A_d(dB) &= 20 \log_{10}\left(\frac{0,225}{\nu}\right) & \nu &> 2,4
 \end{aligned}$$

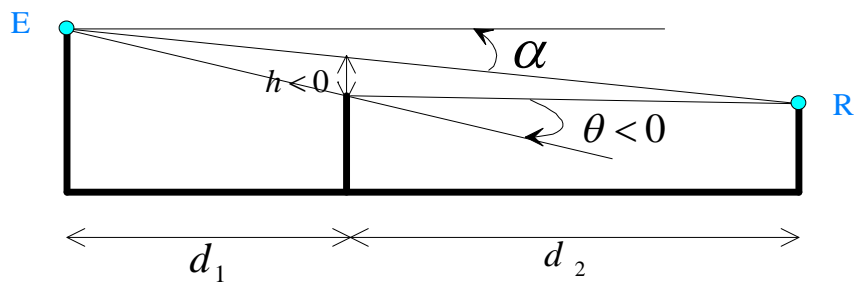
où :

$$\nu = h \cos \alpha \sqrt{\frac{2(d_1 + d_2)}{\lambda d_1 d_2}}$$

a)- $h > 0$



b)- $h < 0$



En supposant $\alpha = 0$, $f = 900\text{MHz}$, $d_1 = 1\text{km}$, $d_2 = 1\text{km}$, calculer l'affaiblissement par diffraction dans les 3 cas suivants:

- $h=25\text{m}$
- $h=0\text{m}$
- $h=-25\text{m}$

Dans chacun des cas, identifiez la zone de Fresnel dans la laquelle se trouve le sommet de l'arête.

a- $h=25\text{m}$

Le paramètre de diffraction de Fresnel est égal à:

$$v = h \sqrt{\frac{2(d_1 + d_2)}{\lambda d_1 d_2}} = 25 \sqrt{\frac{2(1000 + 1000)}{0,33 * 1000 * 1000}} = 2,74$$

$$\lambda = cT = \frac{c}{f} = \frac{3 * 10^8}{900 * 10^6} = \frac{1}{3} = 0,33\text{m}$$

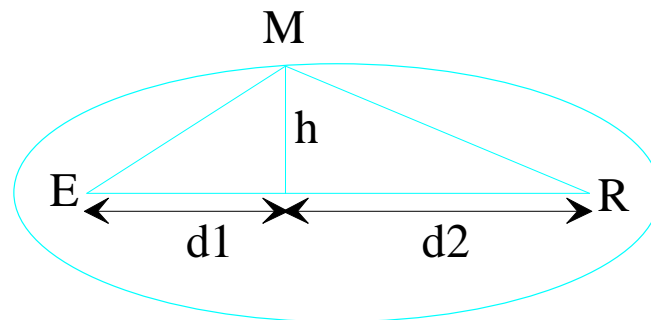
L'affaiblissement par diffraction est donc égal à:

$$A_d(\text{dB}) = 20 \log_{10} \left(\frac{0,225}{v} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{0,225}{2,74} \right) = 21,7\text{dB}$$

En supposant que $h \ll d_1, d_2$, et $h \gg \lambda$, la différence de longueur Δ entre le trajet direct et le trajet diffracté, appelé la longueur du chemin en excès, peut s'écrire sous la forme:

$$\Delta = \frac{h^2}{2} * \frac{d_1 + d_2}{d_1 * d_2} = \frac{25^2}{2} * \frac{1000 + 1000}{1000 * 1000} = 0,625\text{m}$$

Démonstration de l'expression de Δ définie ci-dessus:



$$\Delta = EM + MR - (d_1 + d_2)$$

$$\Delta = \sqrt{d_1^2 + h^2} + \sqrt{d_2^2 + h^2} - (d_1 + d_2)$$

$$\Delta = \sqrt{d_1^2(1 + \frac{h^2}{d_1^2})} + \sqrt{d_2^2(1 + \frac{h^2}{d_2^2})} - (d_1 + d_2)$$

$$\Delta = d_1(1 + \frac{h^2}{d_1^2})^{1/2} + d_1(1 + \frac{h^2}{d_1^2})^{1/2} - d_1 - d_2$$

$$\Delta = d_1(1 + \frac{h^2}{d_1^2})^{1/2} + d_1(1 + \frac{h^2}{d_1^2})^{1/2} - d_1 - d_2$$

$$h \ll d_1, d_2$$

$$\Delta = d_1(1 + \frac{h^2}{2d_1^2}) + d_1(1 + \frac{h^2}{2d_1^2}) - d_1 - d_2$$

$$\Delta = \frac{h^2}{2}(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2}) = \frac{h^2}{2} \left(\frac{d_1 + d_2}{d_1 d_2} \right)$$

Pour trouver le numéro de la zone de Fresnel dans laquelle se trouve le sommet de l'arête, nous devons calculer n qui satisfasse la relation suivante:

$$\Delta = \frac{n\lambda}{2}$$

$$n = \frac{2\Delta}{\lambda} = \frac{2 * 0,625}{0,33} = 3,75$$

Ainsi, le sommet de l'arête diffractante se trouve dans le 4ième ellipsoïde de Fresnel et bloque ainsi les 3 premières zones de Fresnel.

b- h=0 m

Le paramètre de diffraction de Fresnel est égal à:

$$v = h \sqrt{\frac{2(d_1 + d_2)}{\lambda d_1 d_2}} = 0$$

L'affaiblissement par diffraction est donc égal à:

$$A_d(dB) = 20 \log_{10}(0,5) = 6dB$$

c- h=-25m

Le paramètre de diffraction de Fresnel est égal à:

$$\nu = h \sqrt{\frac{2(d_1 + d_2)}{\lambda d_1 d_2}} = -25 \sqrt{\frac{2(1000 + 1000)}{0,33 * 1000 * 1000}} = -2,74$$

L'affaiblissement par diffraction est donc égal à:

$$A_d(dB) = 0 \text{ dB}$$

Pour trouver le numéro de la zone de Fresnel dans laquelle se trouve le sommet de l'arête, nous devons calculer n qui satisfasse la relation suivante:

$$\Delta = \frac{n\lambda}{2}$$

$$n = \frac{2\Delta}{\lambda} = \frac{2 * 0,625}{0,33} = 3,75$$

Ainsi, le sommet de l'arête diffractante se trouve dans le 4^{ème} ellipsoïde de Fresnel mais en dessous de l'axe émetteur-récepteur.

12 – Une liaison radioélectrique est caractérisée par les éléments suivants :

- Emetteur :
 - PIRE = 1 kW
 - Hauteur de la station de base = 100 m
 - Fréquence : 900 MHz
- Récepteur :
 - Distance à l'émetteur : 50 km
 - Hauteur du mobile : 10 m
 - Environnement urbain (grande ville)

En utilisant le modèle d'OKUMURA HATA, quel est l'affaiblissement sur la liaison Emetteur-Récepteur ?

Quelle est la puissance reçue au récepteur (en dB_m) ?

L'affaiblissement de propagation selon le modèle d'OKUMURA HATA , pour F=900 MHz est donné par les relations suivantes :

$$A_p = 69.55 + 26.16 \log_{10} f - 13.82 \log_{10} h_b + (44.9 - 6.55 \log_{10} h_b) \log_{10} d - a(h_m)$$

avec :

- pour les petites et les villes moyennes

$$a(h_m) = (1.1 \log_{10} f - 0.7) h_m - (1.56 \log_{10} f - 0.8)$$

- pour les grandes villes et $f \leq 200$ MHz

$$a(h_m) = 8.29 (\log_{10}(1.54 h_m))^2 - 1.1$$

- pour les grandes villes et $f \geq 400$ MHz

$$a(h_m) = 3.2 (\log_{10}(11.75 h_m))^2 - 4.97$$

Ici nous avons :

$$f = 900 \text{ MHz},$$

$$h_b = 100 \text{ m},$$

$$h_m = 10 \text{ m}$$

$$\text{Soit } A_p = 170.7 \text{ dB}$$

La puissance émise est égale à 1 kW, soit 60 dB_m

La puissance reçue est donc égale :

$$P_r = P_e - A_p = 60 \text{ dBm} - 170.7 \text{ dB} = -110.7 \text{ dB}_m$$