

Le 01/04/2011.

Travaux de Transmission
TD n°3.

1.2.c) $\lambda_1 = 1300 \text{ nm}$
 $\lambda_2 = 1550 \text{ nm}$

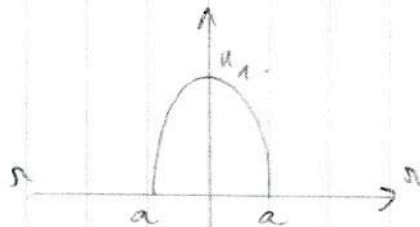
$$V_1 = \left(\frac{2\pi a}{\lambda_1} \right) \text{O.N.} = \frac{2\pi \times 3,79 \cdot 10^{-6}}{1300 \cdot 10^{-9}} \times 0,121.$$

$$V_1 = 2,24.$$

$$V_2 = \frac{2\pi a}{\lambda_2} \cdot \text{O.N.} = \frac{2\pi \times 3,79 \cdot 10^{-6}}{1550 \cdot 10^{-9}} \times 0,121.$$

$$= 1,85.$$

1.3)



$$n(r) = n_1 \left[1 - 2\Delta \left(\frac{r}{a} \right)^\alpha \right]^{1/2}$$

$$\alpha = 2$$

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 1,5\%$$

$$n_1 = 1,48$$

$$a) \text{O.N.} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sqrt{(n_1 - n_2)(n_1 + n_2)}$$

Hypothèse: $n_1 \approx n_2 \Rightarrow n_1 + n_2 \approx 2n_1$

$$\rightarrow ON = \sqrt{(n_1 - n_2) \times 2n_1} = \sqrt{\frac{n_1 - n_2}{n_1} \times 2n_1^2}$$

$$= n_1 \sqrt{2\Delta} = 1,48 \sqrt{2 \times 0,015} = 0,256$$

$$ON = \sin \theta_m$$

$$\rightarrow \theta_m = \arcsin(ON) = \arcsin(0,256)$$

$$= 14,8^\circ$$

Nombre de modes:

$$\Pi = \frac{\alpha}{\alpha+2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\alpha}{\alpha+2} \left(\frac{2\pi a}{\lambda} ON \right)^2$$

$$\Pi = \frac{2}{(2+2)2} \left[\frac{2\pi \times 31,25 \cdot 10^{-6}}{1300 \cdot 10^{-9}} < 0,256 \right]^2$$

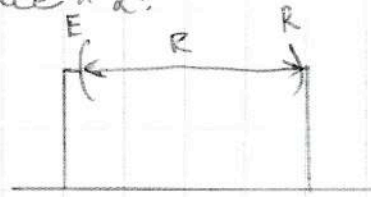
$$\Pi = 373$$

b) A: affaiblissement

$$AL_{max} = P_s - P_n$$

$$L_{max} = \frac{P_s - P_n}{A} = \frac{-10 - (-35)}{0,5} = 50 \text{ km}$$

Exercice n°2:



2.1) Equation des télécommunications:

$$P_n = P_e G_e G_r \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 = \frac{P_e G_e G_r}{A_0} \text{ avec } A_0 = \left(\frac{4\pi R}{\lambda} \right)^2$$

$$A_0 = \left(\frac{4\pi \eta I^2}{c} \right)^2$$

$$A_{0dB} = 10 \log(A_0) \\ = 10 \log \left(\frac{4\pi \times 50 \cdot 10^3 \times 350 \cdot 10^6}{3 \cdot 10^8} \right)^2 = 126 \text{ dB.}$$

2.2)

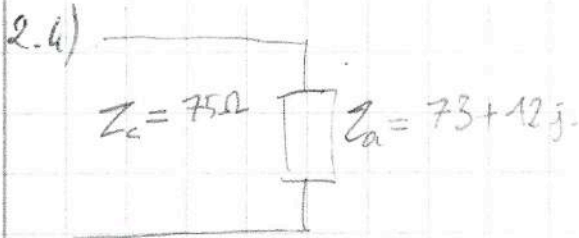
$$P_{ndB} = \underbrace{P_{edB} + G_{edB}}_{\text{PIRE}} + G_{rdB} - A_{0dB}$$

$$G_{rdB} = -\text{PIRE} + A_{0dB} + P_{ndB} \\ = -70 - 30 + 126 = 26 \text{ dB.}$$

$$2.3) P_{ndB} = P_{edB} + G_{edB} + G_{rdB} - A_{0dB}$$

$$P_{edB} = P_{ndB} - G_{edB} - G_{rdB} + A_{0dB} \\ = P_{ndB} - 2G_{edB} + A_{0dB} = -70 + 52 + 126 = 4 \text{ dB.}$$

$$P_e = 10^{P_{dB}/10} = 10^{0,4} = 2,5 \text{ W.}$$



$Z_c \neq Z_a \Rightarrow$ l'antenne n'est pas adaptée.

P_{tr} (puissance transmise à l'antenne)

$$= P_e (1 - |\Gamma|^2)$$

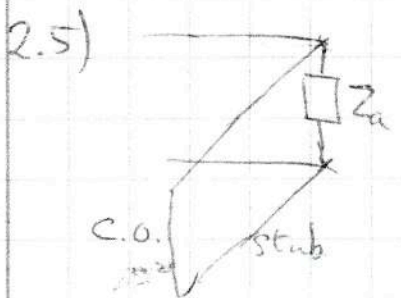
$$\Gamma = \frac{Z_a - Z_c}{Z_a + Z_c} = \frac{73 + j12 - 75}{73 + j12 + 75} = \frac{-2 + j12}{148 + j12}$$

$$= \frac{(-2 + j12)(148 - j12)}{(148^2 + 12^2)} = \frac{-152 + 1752j}{22048}$$

$$\Rightarrow |\Gamma| = 0,0787$$

$A_{dB} =$ (affaiblissement dû à la désadaptation) -

$$= 10 \log \left(\frac{1}{1 - |\Gamma|^2} \right) = 0,027 \text{ dB.}$$



Solu^{on} simple: adaptation à stub branché en série (annulation de la partie imaginaire).

Le 01/04/2011.

$$\frac{Z_{\text{stub}}}{Z_0} = 73 \Omega$$

Impédance
de sortie

2.6) On suppose l'adaptation à stub réalisée
 $Z_a = 73 \Omega$

$$\rightarrow |\Gamma| = \left| \frac{Z_a - Z_0}{Z_a + Z_0} \right| = \left| \frac{73 - 75}{73 + 75} \right| = 0,0135$$

$$\rightarrow |\Gamma|^2 = 1,82 \cdot 10^{-4} \ll 1$$

$\rightarrow 1 - |\Gamma|^2 \approx 1 \Rightarrow P_{\text{en}} \approx P_{\text{e}} \Rightarrow$ l'adaptation n'est pas nécessaire.

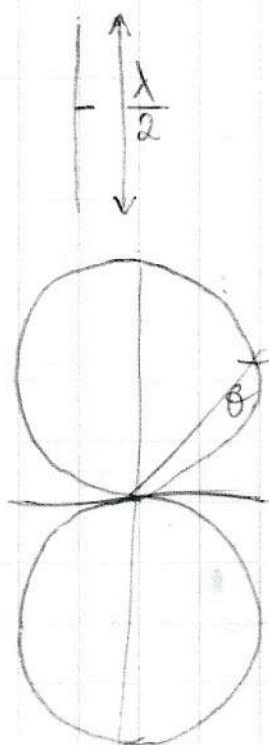
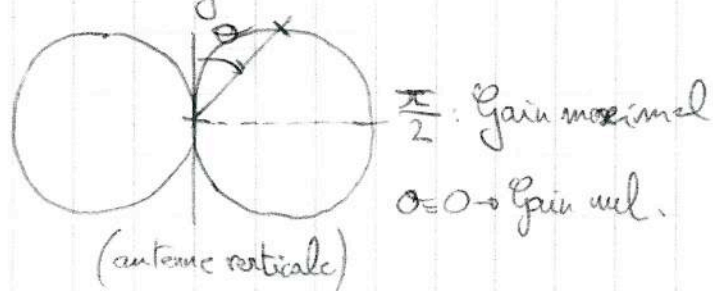


Diagramme de rayonnement.



Pour obtenir une antenne omnidirectionnelle, on combine une antenne horizontale et une antenne verticale.

Exercice n°3:

on prend
 $G_e = G_R = 1,5$

$$3.2) P_{\min} = \frac{V^2}{Z} = \frac{(10^{-2})^2}{75} = 1,33 \mu W$$

$$P_{\min} = P_e \times G_e \times G_R \times \left(\frac{\lambda}{4\pi r_{\max}} \right)^2$$

$$P_{\min} = P_e G_e^2 \left(\frac{\lambda}{4\pi r_{\max}} \right)^2$$

$$\left(\frac{\lambda}{4\pi r_{\max}} \right)^2 = \frac{P_{\min}}{P_e G_e^2}$$

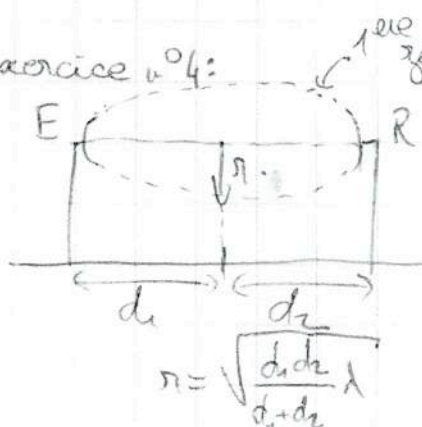
$$\frac{\lambda}{4\pi r_{\max}} = \sqrt{\frac{P_{\min}}{P_e G_e^2}} \iff \frac{4\pi r_{\max}}{\lambda} = \sqrt{\frac{P_e G_e^2}{P_{\min}}}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{P_e G_e^2}{P_{\min}}}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{c}{4\pi f} \sqrt{\frac{P_e G_e^2}{P_{\min}}} = \frac{3 \cdot 10^8}{4\pi \times 88 \cdot 10^6} \sqrt{\frac{150 \cdot 10^3 (1,5)^2}{1,33 \cdot 10^{-6}}}$$

= 111 km

Exercice n°4:

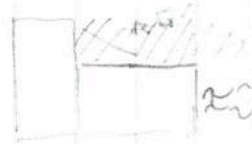


1^{ère} zone de Fresnel

4.1) La transmission est considérée en espace libre si la 1^{ère} zone de Fresnel est libre de tout obstacle

Le 01/01/11.

On pose $d_1 + d_2 = L$



On cherche pour quelle distance d_1 le rayon est maximal.

$$r = \sqrt{\frac{d_1(L-d_1)}{L} \times \lambda}$$

$$\frac{dr}{dd_1} = \frac{1}{2\sqrt{\frac{d_1(L-d_1)}{L} \lambda}} \times \frac{L-2d_1}{L}$$

$$\frac{dr}{dd_1} = 0 \rightarrow L-2d_1 = 0 \Rightarrow d_1 = \frac{L}{2}$$

$$r_{\max} = \sqrt{\frac{\frac{L}{2} \times \frac{L}{2}}{L} \lambda} \Leftrightarrow r_{\max} = \sqrt{\frac{L^2 \lambda}{4L}} = \frac{1}{2} \sqrt{L\lambda}$$

$$r_{\max} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{10^4 \times 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^9}} = 13 \text{ m}$$

La hauteur des antennes d'émission et de réception doit être de 13 m (minimum).

$$4.2) A_0 = \left(\frac{4\pi L}{\lambda} \right)^2 = 10 \cdot \log \left(\frac{4\pi L}{\lambda} \right) = 10 \log \left(\frac{4\pi \times 10^4}{3 \cdot 10^8 \times 2 \cdot 10^3} \right) = 118 \text{ dB}$$

$$3) A_{\text{total dB}} = A_{0 \text{ dB}} + A_{\text{obstacle dB}}$$

Calcul de $A_{\text{obstacle dB}}$.

Fonction de $\frac{h}{s}$ (cf. poly, p. 33).

h : Différence entre la hauteur de l'obstacle et la hauteur des antennes.

$$h = 25 - 19 = 6 \text{ m.}$$

$$s = \sqrt{\frac{8 \cdot 10^3 \times 2 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^3 \times 2 \cdot 10^3} \times \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^3}} = 15,5 \text{ m.}$$

$$\rightarrow \frac{h}{s} = 0,387 \rightarrow A_1 = 11 \text{ dB (d'après l'échelle).}$$

$$\rightarrow A_{\text{total}} = 118 + 11 = 129 \text{ dB.}$$

$$P_r = \frac{P_e \times G^2}{A_0}$$

Parabole: $S = \frac{\pi D^2}{4}$ (D diamètre de la parabole)

$$G = 4\pi \frac{S}{\lambda^2}$$

S ← surface équivalente de l'antenne.

$$P_{r \text{ dB}} = P_{e \text{ dB}} + 2G_{\text{dB}} - A_{0 \text{ dB}} \quad G = \frac{4\pi}{\lambda^2} \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) = \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2$$

$$2G_{\text{dB}} = P_{r \text{ dB}} - P_{e \text{ dB}} + A_{0 \text{ dB}} \quad \rightarrow \frac{\pi D}{\lambda} = \sqrt{G} \rightarrow D = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{G}$$

$$P_{e \text{ dB}} = 10 \log 10 = 10 \text{ dB.} \quad = \frac{c}{8\pi} \sqrt{G} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^3 \times \pi} \sqrt{235}$$

$$= 26 \text{ cm.}$$

$$P_{r \text{ dB}} = 10 \log 10^{-3} = -30 \text{ dB.}$$

$$G_{\text{dB}} = \frac{P_r - P_{e \text{ dB}} + A_{\text{total dB}}}{2}$$

$$= \frac{-30 - 10 + 129}{2} = 14,5$$

$$\rightarrow G = 10^{G_{\text{dB}}/10} = 10^{14,5/10} = 23,5.$$