

Matière : Radiocommunication
Spécialité : Systèmes des Télécommunications
Année : Master 1
Année Universitaire : 2020/2021



Solutions TD N°4

Exercice 1 :

Une station TV transmet une puissance de 10 KW avec le gain de 15 dB dans une direction particulière. Déterminer l'amplitude et la valeur efficace du champ électrique E à une distance de 5 Km loin de la station. On prend l'impédance caractéristique de l'air $\eta_0 = 120 \pi = 376,730 \Omega$.

Solution

La densité de puissance à une distance d de l'émetteur est donnée par :

$$\frac{P_e \cdot G_e}{4\pi d^2}$$

Et elle est égale au module du vecteur de Poynting moyen

$$|\langle \vec{P} \rangle| = \left| \frac{1}{2} \operatorname{Re}(\vec{E} \times \vec{H}^*) \right|$$

Alors on a :

$$\frac{E^2}{2\eta_0} = \frac{P_e \cdot G_e}{4\pi d^2}$$

Soit

$$E = \sqrt{\frac{\eta_0 \cdot P_e \cdot G_e}{2\pi d^2}} = 0,87 \text{ V/m}$$

La valeur efficace de E est donnée par :

$$E_{eff} = E_{max}/\sqrt{2} = 0,61 \text{ V/m}$$

Exercice 2 :

Considérons une liaison en espace libre entre deux antennes distantes de 100 m à une fréquence de 10 Ghz.

Assumer que la puissance émise est de 0,1 W et que les antennes d'émission et de réception ont le même gain $G_T = G_R = 5 \text{ dB}$.

Calculer la puissance reçue par l'antenne de réception en Watts et en dBm.

Solution

Le bilan de liaison entre l'émetteur et le récepteur est donné par l'expression suivante :

$$P_R = \frac{P_E \cdot G_E \cdot G_R}{L_S}$$

En dB cette relation se réécrit :

$$P_R = P_E + G_E + G_R - L_S$$

avec

$$L_S = \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2$$

en dB :

$$L_S = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) = 92,42 \text{ dB}$$

L'expression du bilan de liaison en dB devient alors :

$$P_R = 20 + 5 + 5 - 92,42 = -62,42 \text{ dBm}$$

en watts, $P_R = 10^{\frac{-62,42}{10}} = 5,75 \times 10^{-7} \text{ mW} = 5,75 \times 10^{-10} \text{ W}$

Exercice 3 :

Soit donnée une liaison en visibilité directe avec un signal minimum détectable de -90 dBW. La puissance émise est de +10 dBW, le gain des antennes est de 28 dB et la fréquence de la liaison est de 10 GHz. Calculer la distance de communication maximale de cette liaison.

Solution

On a la relation du bilan de liaison en dB :

$$P_R = P_E + G_E + G_R - L_S$$

d'où

$$(L_S)_{dmax} = P_E + G_E + G_R - (P_R)_{min}$$

$$(L_S)_{dmax} = 10 + 28 + 28 - (-90) = 156 \text{ dB}$$

$$(L_S)_{dmax} = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi d_{max}}{\lambda} \right)$$

en tenant compte de la relation $\lambda = c/f$, on aura

$$d_{max} = \frac{c \times 10^{\frac{(L_S)_{dmax}}{20}}}{4\pi f}$$

Soit :

$$d_{max} \approx 150,7 \text{ Km}$$

Exercice 4 :

Considérons une liaison point à point à 38 GHz en utilisant des antennes paraboliques de 35 dB de gain chacune. Si la puissance émise est de -10 dBm, la bande passante est de 50 MHz, la distance de liaison est de 1,2 Km et en ajoutant 7 dB à la puissance de bruit pour prendre en compte d'autres sources de bruit, calculer le rapport signal sur bruit en dB. $K = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K, $T = 290$ K.

Solution

$$P_R = P_E + G_E + G_R - L_S$$

$$L_S = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi df}{c} \right) = 125,6 \text{ dB}$$

Alors

$$P_R = -10 + 35 + 35 - 125,6 = -65,6 \text{ dBm}$$

La puissance du bruit est donnée par :

$$P_b = K \cdot T \cdot B = 2 \times 10^{-13} \text{ W}$$

en dB

$$P_b = 10 \log_{10}(2 \times 10^{-13}) = -127 \text{ dBW}$$

Pour prendre en comptes d'autres sources de bruit, on doit ajouter 7 dB à cette valeur :

$$P_b = P_b + 7 \text{ dB} = -127 + 7 = -120 \text{ dB}$$

$$P_R = -65,6 \text{ dBm} = (-65,6 - 30) \text{ dBW} = -95,6 \text{ dBW}$$

Alors le rapport signal sur bruit (S/B) est donnée par :

$$(S/B)_{dB} = (P_R/P_b) = (P_R)_{dB} - (P_b)_{dB}$$

$$(S/B)_{dB} = -95,6 - (-120) = 24,4 \text{ dB}$$