

La propagation des ondes radioélectriques

Travaux Dirigés (Corrigés)

UTBM-2003-2004

4 – Manipulation des dB

Quelle est l'amplification de puissance exprimée en dB d'un amplificateur qui sort 20 W pour 1 W à l'entrée ?

$$A = 10 \log_{10} \left(\frac{20}{1} \right) = 13 \text{ dB}$$

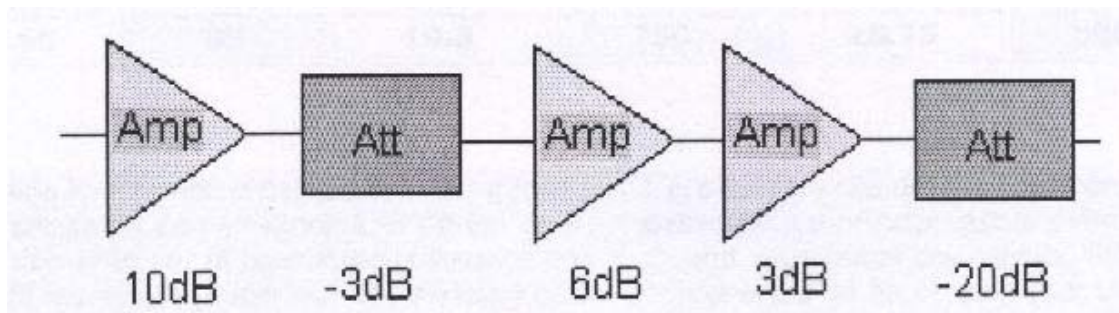
Quelle est l'atténuation de puissance exprimée en dB d'un atténuateur auquel on applique une puissance de 100 W et qui restitue 15 W ?

$$A = 10 \log_{10} \left(\frac{15}{100} \right) = -8,2 \text{ dB}$$

Quelle est l'amplification de tension exprimée en dB d'un transistor monté en amplificateur sur lequel on mesure 3 V de tension de sortie pour 10 mV de tension d'entrée ?

$$A = 20 \log_{10} \left(\frac{3}{0,01} \right) = 49,5 \text{ dB}$$

Soit la chaîne suivante d'amplificateurs et d'atténuateurs ci-dessous :



Quel est le gain ou l'atténuation total en dB et en rapport de puissance de la chaîne?

Gain/atténuation = $10 - 3 + 6 + 3 - 20 = -4 \text{ dB}$ (atténuateur)

En rapport de puissance

$$R = 10^{\frac{-4}{10}} = 0,4$$

5 - Un champ électromagnétique de 23,5 dB au-dessus d'un microvolt/m a été mesuré à 12,7 km d'une station d'émission caractérisé par :

- une fréquence de 900 MHz,
- une puissance de sortie de 10 Watts

- un gain de 17 dB par rapport à l'antenne isotrope

Les pertes en lignes entre l'émetteur et son antenne sont incluses dans le gain de cette dernière, on demande de calculer:

- la puissance isotrope rayonnée équivalente,
- le champ en espace libre
- l'affaiblissement supplémentaire AS

a)- La Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente est donnée par la relation:

$$PIRE = P_e * G_e$$

1^{ière} solution

$$PIRE = 10 * 10^{1,7} = 500W$$

on a en effet :

$$10 * \log_{10} G_e = 17$$

$$\log_{10} G_e = 1,7$$

$$G_e = 10^{1,7}$$

2^{de} solution (en passant par les \log_{10})

$$P_e \text{ en dB} = 10 * \log_{10} 10 = 10dBW$$

$$PIRE \text{ en dB} = 10 + 17 = 27dBW$$

Il en résulte que:

$$10 * \log_{10}(PIRE) = 27$$

$$PIRE = 10^{2,7} = 500W$$

b)- Le champ en espace libre

$$E_0 = \frac{1}{d} \sqrt{30 * PIRE}$$

$$E_0 = \frac{1}{12700} \sqrt{30 * 500} = 0,009640 \text{ V / m}$$

en dB μ V/m, ce champ s'écrit:

$$20 * \log_{10}(9640) = 79,7dB\mu V / m$$

L'affaiblissement par rapport à l'espace libre est donc:

$$AS = 79,7 - 23,5 = 56,2dB$$

Démonstration de la relation $E_0 = \frac{1}{d} \sqrt{30 * PIRE}$

$P = \text{vecteur de POINTING} = E \times H = \text{densité de puissance}$

$$\frac{E}{H} = 120\pi$$

$$P = |E \times H| = \frac{|E|^2}{120\pi} = \frac{P_e * G_e}{4\pi * d^2}$$

$$E = \frac{1}{d} \sqrt{\frac{120\pi * P_e * G_e}{4\pi}}$$

$$E = \frac{1}{d} \sqrt{30 * P_e * G_e}$$

6 - Un émetteur rayonne une onde porteuse sinusoïdale à la fréquence de 1850 MHz. Pour un véhicule roulant à une vitesse de 100 km, calculer la fréquence porteuse reçue si le mobile

- se rapproche de l'émetteur,
- s'éloigne de l'émetteur
- se déplace dans une direction perpendiculaire à la direction d'arrivée du signal émis

La fréquence de la porteuse est égale à 1850 MHz.

La longueur d'onde est donc égale à:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300}{F_{MHz}} = \frac{300}{1850} = 0,162m$$

La vitesse du véhicule est:

$$v = \frac{100 * 10^3}{60 * 60} = 27,2m/s$$

La fréquence doppler Δf est liée à la fréquence porteuse par la relation:

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{v}{c}$$

$$\Delta f = f * \frac{v}{c} = 1850 * 10^6 * \frac{27,2}{3 * 10^8} = 167Hz$$

a)- le mobile se rapproche

$$f_r = f + \Delta f = 1850,000167 \text{ MHz}$$

b)- le mobile s'éloigne

$$f_r = f - \Delta f = 1849,999833 \text{ MHz}$$

- c)- le mobile se déplace perpendiculairement à la direction d'arrivée du signal émis

$$f_r = f + 0 = 1850 \text{ MHz}$$

7 – Gain et surface équivalente d'une antenne

Etant donnée une source isotrope placée en orbite géostationnaire à 36000 km de la Terre et alimentée avec une puissance de 100 W, calculer la densité de puissance qu'elle rayonnerait au niveau de la Terre.

La densité de puissance rayonnée est :

$$\frac{P_e}{4\pi d^2} = \frac{100}{4\pi (36 \cdot 10^6)^2} = 0,614 \cdot 10^{-14} \text{ W / m}^2$$

Sachant qu'un satellite géostationnaire, dont l'émetteur à la même puissance, rayonne au niveau de la Terre une densité de puissance de $0,971 \cdot 10^{-10} \text{ W/m}^2$, calculer le gain de son antenne en décibels.

Le gain de l'antenne est :

$$G = 10 \log \frac{0,971 \cdot 10^{-10}}{0,614 \cdot 10^{-14}} = 42 \text{ dB}$$

Calculer la puissance d'alimentation d'une source isotrope nécessaire pour produire la même densité de puissance.

Cette puissance, encore appelée puissance isotrope rayonnée équivalente (P.I.R.E.) est :

$$PIRE = P_e G_e = 100 \cdot 10^{4,2} = 1584,89 \text{ kW}$$

Calculer la surface équivalente d'une antenne de réception pour que la puissance fournie au récepteur soit de 10^{-11} Watt .

La surface équivalente Σ est donnée par :

$$\Sigma = \frac{P}{p} = \frac{10^{-11}}{0,971 \cdot 10^{-10}} = 0,103 \text{ m}^2$$

Où :

- P est la puissance reçue
- p est la densité de puissance

En déduire la longueur d'onde utilisée sachant que le gain de l'antenne de réception est de 33 dB.

La longueur d'onde est déduite de :

$$\lambda^2 = \frac{4\pi\Sigma}{G} = \frac{4\pi \cdot 0,103}{10^{3,3}} = 4,093 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\lambda = 2,02 \text{ cm}$$