Introduction aux microondes et antennes

Série 8

Problème1
Un RADAR émet un signal de 400kW à une fréquence de 8.5 GHZ vers Ganymède, une des lunes de Jupiter. L'antenne du RADRA a un gain de 72 dB. Le signal réfléchit revient sur terre une heure et 7 minutes après l'émission. Le diamètre de Ganymède est de 2635km, et cette lune réfléchit le 17% de la puissance qu'une sphère métallique de même dimension réfléchirait. Quelle est la puissance reçue par le RADAR sur terre?

La distance Terre-Ganymède est donnée par le temps de parcours aller-retour, nous avons donc:

$$\frac{c_o t_{ar}}{2} = 602.6 \ 10^9 \ \ m$$

La surface équivalente RADAR d'une sphère de 2635kl de diamètre réfléchissant le 12% d'une sphère en CEP (métal) est donnée par:

$$\sigma = 0.12\pi a^2 = 654.4 \ 10^9 \ \ m^2$$

Un gain de 72 dB correspond à g=15.85 10^6, et pour 8.5GHz, la longueur d'onde est de 0.03529 m. En introduisant ces valeurs dans l'équation des RADAR, on obtient :

$$P_r = \frac{400 \cdot 10^3 \left(15.85 \cdot 10^6 \cdot 0.03529\right)^2 652 \cdot 10^9}{(4\pi)^3 \left(603 \cdot 10^9\right)^4} = 3.1306 \cdot 10^{-22} \ \ W = -185 \ \ dBm$$

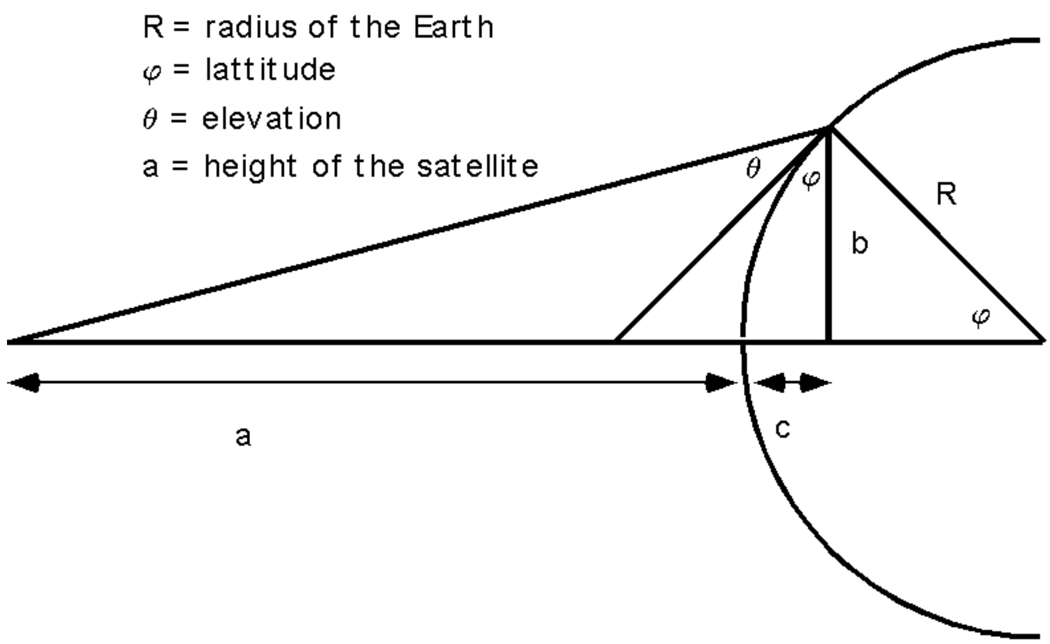
Problème 2

A quelle latitude maximale peut-on recevoir le signal d'un satellite géostationnaire ayant:

a) une direction d'incidence horizontale (le signal provient de l'horizon)
b) le signal provient d'une élévation d'au moins 10°

On néglige l'effet de courbature due à l'atmosphère.

Ceci est en fait un problème de géométrie, comme le montre la figure suivante:
This is in fact a trigonometry problem, as shown in the following figure :



On applique le théorème du sinus:

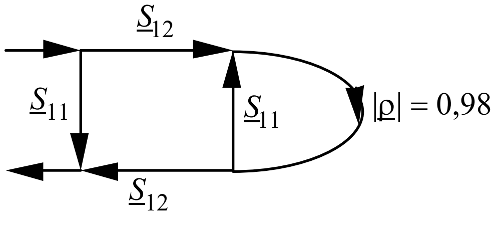
$$\frac{\sin\alpha}{R} = \frac{\sin(90° + \theta)}{a + R}$$

Donc :

Pour une incidence horizontale, θ=0°, la latitude est φ=81.3°
Pour une incidence de θ=10°, la latitude est φ=71.4°

Problème 3

On souhaite mesurer l'atténuation (s21) d'un biporte réciproque et symétrique. A cette fin, on termie l'élément par un court circuit imparfait, dont on connait l'amplitude du coefficient de réflexion mais pas la phase $|\underline{\rho}| = 0{,}98$.
On mesure alors à la pore 1 du biporte un coéfficient de éflexion correspondant à un ROS de 3.5
On effectue une deuxième mesure, en terminat cette fois le biporte par une charge adaptée parfaite, et on obtine alors un ROS de 1.3 à la porte1 du biporte. Que put on dire du niveau d'atténuation de ce biporte ? que peut on dire des erreurs de mesure ?



Lorsque le biporte est terminé par la charge adaptée parfait, le ROS est égal à 1.3, ce qui donne directement le s11 du biporte
$\left|\underline{S}_{11}\right| = (1{,}3-1)/(1{,}3+1) = 0{,}1304$.
L'information recue en terminant le biporte par le court circuit (cf. figure) nous donne:

$$\underline{\rho}_{\mathrm{in}} = \underline{S}_{11} + \frac{0{,}98\cdot\underline{S}_{12}^2}{1-0{,}98\cdot\underline{S}_{11}} \qquad \text{et} \qquad \left|\underline{\rho}_{\mathrm{in}}\right| = \frac{3{,}5-1}{3{,}5+1} = 0{,}55555$$

On en déduit : $\underline{S}_{12} = \sqrt{\dfrac{\left(\underline{\rho}_{\mathrm{in}} - \underline{S}_{11}\right)\left(1-0{,}98\cdot\underline{S}_{11}\right)}{0{,}98}}$.

Malheureusement, nous ne connaissons pas les phases de s11 et ρin, nous ne pouvons donc pas obtenir s21 exactement. Nous savons juste que son amplitude doit être comprise entre les limites données par

$$0{,}615 = \sqrt{\frac{(0{,}55555-0{,}1304)(1-0{,}98\cdot 0{,}1304)}{0{,}98}} \le \left|\underline{S}_{12}\right|$$
$$\le \sqrt{\frac{(0{,}55555+0{,}1304)(1+0{,}98\cdot 0{,}1304)}{0{,}98}} = 0{,}8884$$

Ces deux valeurs correspondent à des niveau d'atténuation de 4.222 dB et 1.027 dB respectivement. On peut donc dire que ce biporte produit un niveau d'attéunation de 2,625 ± 1,598 dB, et que la marge d'erreur est de $\pm$ 61 %.