

ECUE : ANTENNES

Durée : 2H

Parcours : RTELT2

Exercice 1 :

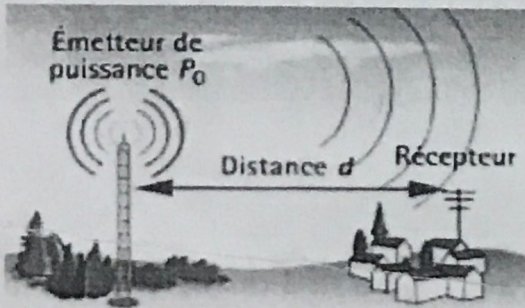
Orientation et distance d'une antenne TNT

04 pts

On considère un émetteur TNT de puissance $P_0 = 25 \text{ kW}$ émettant en polarisation horizontale sur une fréquence de $f_0 = 500 \text{ MHz}$.

1. Faire le schéma de l'onde électromagnétique se propageant entre l'émetteur et l'antenne réceptrice d'une maison. Indiquez clairement la direction de propagation de l'onde, du champ électrique et du champ magnétique.
2. Comment doivent être orientés les tiges métalliques de l'antenne réceptrice ? expliquez.
3. Pour obtenir une bonne réception, on utilise une antenne de longueur $l = \lambda/2$, antenne demi-onde. Calculer la longueur de l'antenne utilisée.
4. La mesure de l'intensité du champ électrique au niveau de l'antenne donne $50 \text{ mV} \cdot \text{m}^{-1}$. A quelle distance de l'émetteur se trouve l'antenne ?

On donne : $E = \frac{\sqrt{\alpha P_0}}{d}$ à longue distance avec $\alpha = 300 \Omega$ pour cette antenne.



- P_0 : puissance d'émission en W
- E : intensité efficace du champ électrique (V/m)
- d : la distance à la source (m)
- α : constante liée à l'antenne (Ω)

Exercice 2 :

Diagramme de rayonnement et Directivité

07 pts

Soit une antenne dont le diagramme de rayonnement, exprime en densité de puissance rayonnée par unité de surface, est de la forme :

$$P(r, \theta, \varphi) = P_0 \frac{\cos^4 \theta}{r^2}$$

pour θ compris entre 0 et $\pi = 2$, et $P(r; \theta; \varphi) = 0$ pour θ compris entre $\pi = 2$ et π .

1. De quel type est-ce diagramme ? Quelles sont ses directions de zéros de rayonnement et de rayonnement maximal ? Indiquer son allure sur un schémas.
2. Calculer la directivité de l'antenne (en valeur linéaire et en dB).
3. Commenter l'ordre de grandeur de cette directivité.

Exercice 3:

Bilan de puissance d'une Transmission

06 pts

On cherche à dimensionner une station d'émission qui doit établir une liaison (supposée en espace libre) de portée $d = 500 \text{ m}$, à une longueur d'onde $\lambda = 9 \text{ cm}$, avec une station de réception dont l'antenne a un gain $G_r = 6 \text{ dB}$ et dont le récepteur a un seuil de réception de $PS = 0,2 \text{ mW}$.

1. Quelle condition doit vérifier la PIRE de cette station d'émission (la donner en expression logarithmique, en indiquant l'unité) ?
2. On dispose d'un générateur de puissance disponible $P_e = 10 \text{ W}$. Quel doit être le gain de l'antenne d'émission ?
3. Quel type d'antenne peut-on choisir pour satisfaire à cette spécification ?

On souhaite réaliser une liaison hertzienne de longueur $2d = 32\text{km}$. Le seul obstacle se trouvant sur le parcours se situe à mi-distance des antennes, et sa hauteur est $h_0 = 44\text{m}$. La hauteur h_p des pylônes supportant les antennes (les 2 pylônes sont pris de même hauteur) est de 95m .

1. Pour quelles valeurs de la longueur d'onde λ l'influence de l'obstacle sur le bilan de liaison peut-elle être considérée comme négligeable en atmosphère standard (établir l'expression littérale, puis faire l'application numérique) ?
2. En déduire la valeur de la fréquence minimale des signaux qui pourront être transmis sur cette liaison sans être perturbés par l'obstacle.

Annexe

La directivité $D(\theta, \varphi)$ d'une antenne dans une direction (θ, φ) est le rapport entre la puissance rayonnée dans une direction donnée $P(\theta, \varphi)$ et la puissance que rayonnerait une antenne isotrope.

$$D(\theta, \varphi) = \frac{P(\theta, \varphi)}{\frac{P_R}{4\pi}} = 4\pi \frac{P(\theta, \varphi)}{P_R} \quad \text{Équation 27}$$

Le gain $G(\theta, \varphi)$ d'une antenne dans une direction (θ, φ) est le rapport entre la puissance rayonnée dans une direction donnée $P(\theta, \varphi)$ sur la puissance que rayonnerait une antenne isotrope sans pertes. En général, le gain G correspond au gain dans la direction de rayonnement maximal (θ_0, φ_0) . Cette propriété caractérise la capacité d'une antenne à focaliser la puissance rayonnée dans une direction.

$$G(\theta, \varphi) = 4\pi \frac{P(\theta, \varphi)}{P_A} \Rightarrow G = 4\pi \frac{P(\theta_0, \varphi_0)}{P_A} \quad \text{Équation 28}$$

Q.1

What two functions are performed by an antenna?

What is an isotropic antenna?

What is the advantage of parabolic reflective antenna?

What factors determine antenna gain?

Name and briefly define four types of noise.

Q.2**a)**

If the received signal level for a particular digital system is -151 dBW and the receiver system effective noise temperature is 1500 °K, what is E_b/N_0 for a link transmitting 2400 bps?

b)

Suppose a transmitter produces 50 W of power.

1. Express the transmit power in units of dBm and dBW.
2. If the transmitter's power is applied to a unity gain antenna with 900 MHz carrier frequency, what received power in dBm at a free space distance of 100 m?
3. Repeat (2) for a distance of 10 km.
4. Repeat (3) but assume a receiver antenna of 2.

Q.3**a)****1.**

Determine the isotropic free space loss at 4 GHz for the shortest path to a synchronous satellite from earth (35,863 km = 35863 km).

What is the power at the receiving antenna? (Assume antenna gain of both the satellite- and ground-based antennas are 44 dB and 48 dB, respectively a transmit power of 250 W at the earth station.)

2.

What is the maximum distance between two antennas for LOS transmission if one antenna is 200 m high and the other is at ground level?

Now, suppose the receiving antenna is 20 m high, what is the height of the transmitting antenna in order to achieve same distance of 200 m.

NB: Draw the transmit and receive antennas for the (1) and (2).

b)

1.

If room temperature is $T=17^\circ\text{C}$ or 290 K , what is the noise power density, N_0 ?

2. Given a receiver with effective noise temperature of 293 K and a 9 MHz bandwidth, what is the thermal noise level at the receiver's output?

Q.4

a)

1.

Using Shannon formula, what is the maximum capacity for a channel with 1 MHz bandwidth and $\text{SNR}_{\text{dB}} = 24\text{ dB}$?

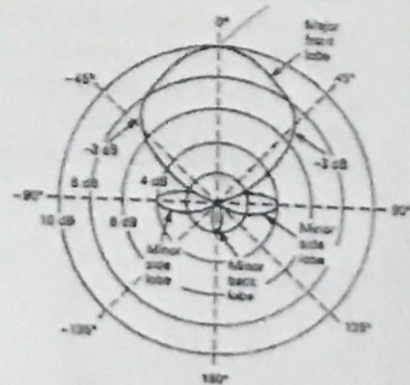
2.

Suppose a BER of 10^{-4} (one bit in every 10,000) is achieved at $E_b/N_0 = 8.4\text{ dB}$ with the data rate of 2.4 Kbps , what is the required P_s to overcome the noise at room temperature (290 K)?

3.

Assume that the antenna's central frequency is 900 MHz . The 3-dB frequencies are 800 MHz and 1000 MHz respectively. Determine:

- (i) The number of side lobes.
- (ii) Percentage bandwidth.
- (iii) Forward gain.
- (iv) Beamwidth.



Licence 2–Réseaux et Télécommunications

Session 1 (Juin 2018)

UE ANTENNES (Durée : 2H)

Il est rappelé aux étudiants que :

- les notes de cours ne pas sont autorisées
- les notations de l'énoncé devront être respectées

Exercice 1 : (7 points)

Soit une antenne dont le diagramme de rayonnement, exprimé en densité de puissance rayonnée par unité d'angle solide, est de la forme :

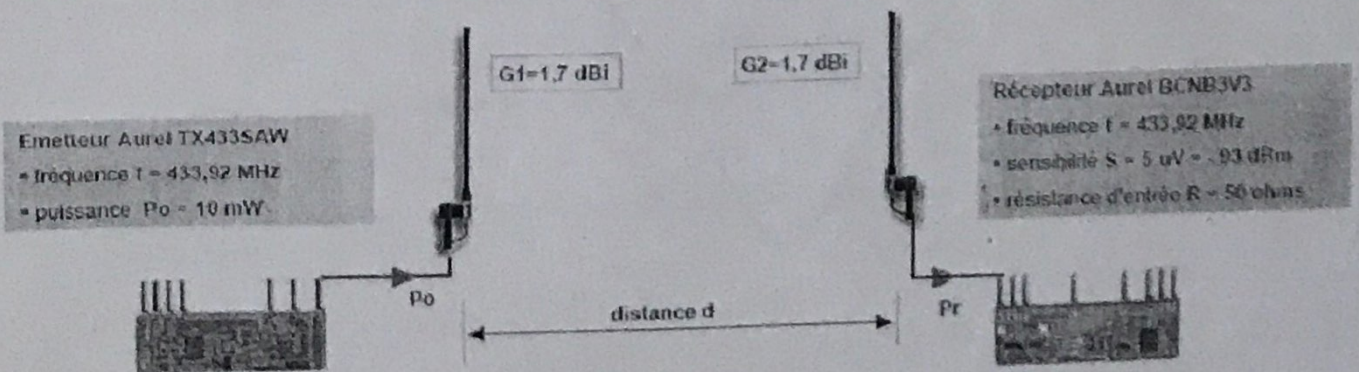
$$I(\theta, \varphi) = B_o \sin^2 \theta$$

- 1.1 De quel type est le rayonnement ? Quelle est la direction du rayonnement maximum ?
- 1.2 Déterminer l'expression de la directivité de l'antenne. En déduire sa valeur maximale D_0 .
- 1.3 On souhaite maintenir l'efficacité de l'antenne 75%
 - a. Calculez le gain maximal de l'antenne en dBi.
 - b. Calculez en fonction de B_o , la puissance alimentation P_a .
 - c. Calculez B_o pour $P_a=3,5\text{dBW}$.

On prendra : $\sin^3 x = (3\sin x - \sin 3x)/4$.

Exercice 2 : (7 points)

On cherche à calculer la portée de la liaison radio dans une situation de visibilité directe.



1. Déterminer en utilisant l'équation de Friis la puissance reçue.
 On montre que cette puissance est liée à la tension reçue par $P_r = (V_r)^2 / R$.
2. Après avoir établi la relation entre la sensibilité en volt du récepteur et la tension reçue, déterminée la portée de la liaison D_{max} .

3. Calculez le facteur d'antenne FA au niveau de l'antenne de réception.
4. Quelle serait la surface minimale d'une antenne patch utilisée en réception en lieu et place de l'antenne Yagi pour la même puissance reçue ?

Exercice 3 : (6 points)

On donne certaines caractéristiques de l'antenne Yagi dans les figures sous dessous. L'antenne yagi est utilisée pour une application nécessitant une bande de 5MHz par canal. Le gain maximum mesuré $G=7\text{dBi}$.

1. Donnez l'application visée par l'utilisation d'une telle antenne.
2. Donnez la longueur du pilote et son impédance (Dipôle replié)
3. Déterminez la bande passante à -6dB de l'antenne et le nombre total de canaux.
4. Déterminez l'ouverture à -3dB de l'antenne, la protection arrière et le niveau de lobes secondaires.
5. Donner les expressions du champ électrique et du champ magnétique à 200m dans l'axe de l'antenne lorsqu'elle est alimentée par une puissance $P_a=1\text{W}$.

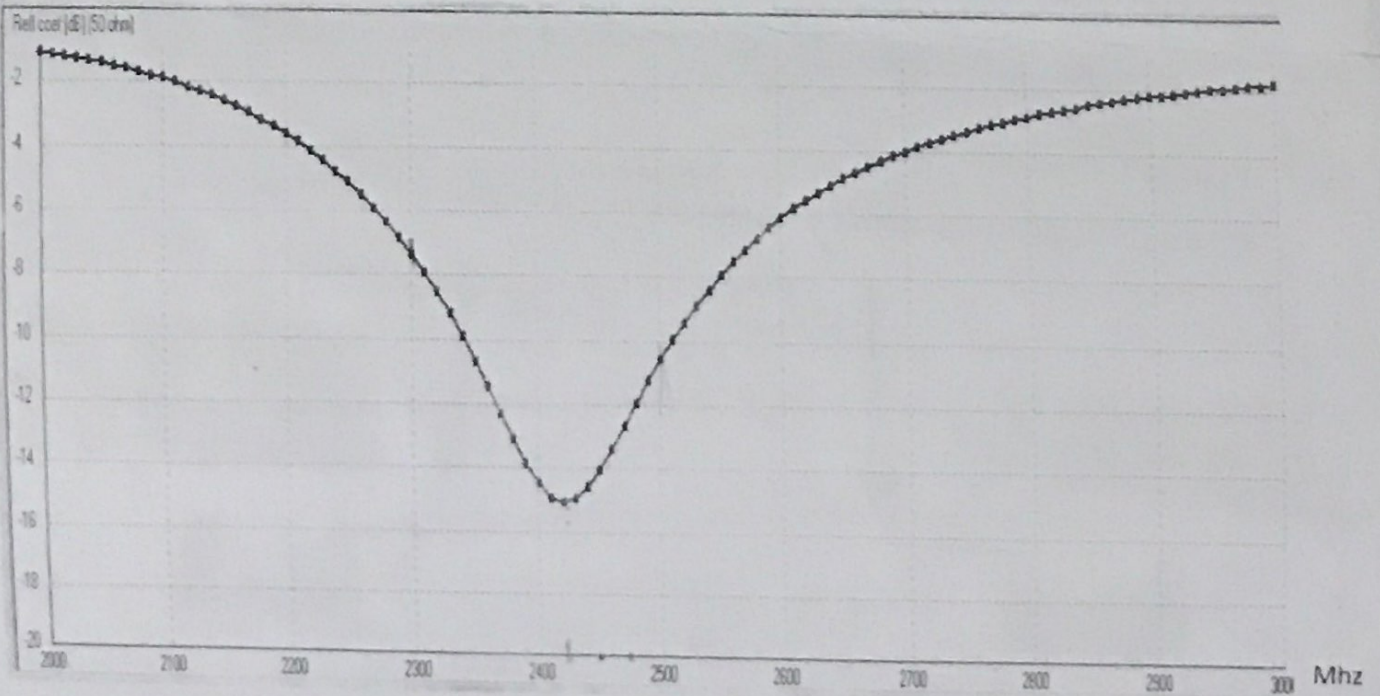


Fig1 .Coefficient de réflexion

Parcours: RTEL 2

ECUE: ANTENNES
Durée: 2H 00

Exercice 1 : QCM

05 points

Les règles de ce QCM sont très simples. Une réponse juste donne 0.5 Point, une réponse fautive retranche 0.25 point et une question non répondue ne retranche 0 point.

0. Ceci est un Examen :

- a. D'anglais b. de comptabilité c. d'antennes

1. Une antenne yagi est une antenne

- a. Filaires b. à fentes c. à réflecteurs

2. Combien de type de polarisation existe-t-il ?

- a. 2 b. 3 c. 4

3. La directivité d'une antenne est le rapport entre l'intensité de rayonnement dans une direction donnée et l'intensité de rayonnement d'une antenne isotrope émettant la même puissance totale.

- a. Vrai b. Faux

4. Les antennes des téléphones GSM sont des antennes de type

- a. Yagy b. à cornet c. patch

5. Une antenne utilisée en émission peut être utilisée en réception

- a. Vrai b. Faux

6. Deux antennes de polarisation différente ne communiquent pas

- a. Vrai b. Faux

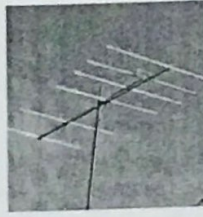
7. La lumière est une onde électromagnétique dont la longueur d'onde est comprise entre $0,4\mu\text{m}$ (lumière bleue) et $0,8\mu\text{m}$ (lumière rouge).

- a. Vrai b. Faux

8. le soleil, le corps humain, un fer à repasser sont des sources d'OEM

- a. Vrai b. Faux

9. Quelle la polarisation de cette antenne Yagi ?



- a. Verticale b. Horizontale

10. Les antennes omnidirectionnelles ont un gain faible, inférieur à 10 dBi :

- a. Vrai b. Faux

05 points

EXERCICE 2

1. Quelle est la différence entre une antenne isotrope et une antenne omnidirectionnelle ?
2. Parmi les deux antennes WIFI représentées ci-dessous, laquelle est une antenne omnidirectionnelle et laquelle est l'antenne directive ?

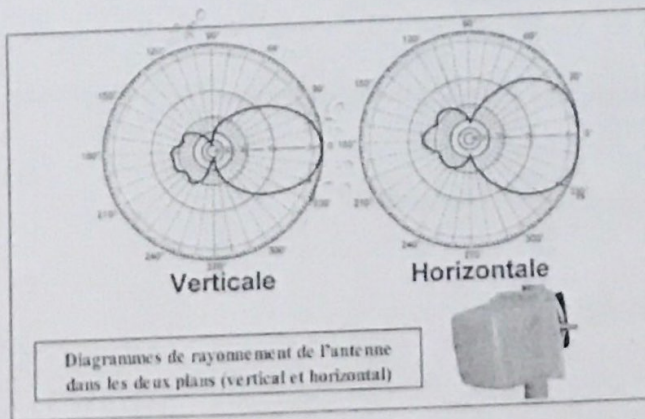


A



B

3.



Pour l'antenne donnée ci-après (vue précédemment en exemple), déterminer dans chaque plan :

- l'angle d'ouverture
- le niveau maximum des lobes secondaires (hors lobe arrière)
- le niveau du lobe arrière

Les résultats seront donnés à quelques ° près et à quelques dB près.

04 points

Exercice 3 :

Calculer la longueur d'une antenne WIFI (type barreau) sachant que la fréquence du WIFI est de 2.4 GHz.

- 1/ Calculer la longueur d'onde correspondant à la fréquence d'émission du WIFI
- 2/ Calculer la longueur d'onde correspondant à la $\frac{1}{2}$ onde
- 3/ En déduire la longueur (en cm) de l'antenne WIFI pour qu'elle soit accordée sur cette longueur d'onde.

06 points

Exercice 4 :

Antennes FM et TV Observez autour de vous, dans la rue ou à la campagne, les antennes radio et TV.

- 1) Quelle est la polarisation émise en FM ?
- 2) Quelle est la polarisation émise en Télévision terrestre ?
- 3) L'antenne que l'on trouve sur toutes les voitures, destinée à recevoir la FM, est une antenne quart d'onde. Quelle doit être sa longueur ?

Antenne TV d'intérieur

L'antenne présentée ci-après est une antenne TV d'intérieur qui assure aussi la réception radio FM. Elle est en fait constituée de 2 antennes : une antenne UHF et une antenne VHF et FM.



Antenne TV d'intérieur

VHF : $f = 200$ MHz
UHF : $f = 500$ à 900 MHz

- 4) Quels sont les types de ces deux antennes ?
- 5) Quelle antenne est l'antenne VHF et FM et quelle antenne est l'antenne UHF.
- 6) Quelle doit être la longueur des brins dépliés en réception VHF et en réception FM ? (Déploiement maximum = 90cm)