

Composante Télécommunications

Devoir Maison

Groupe	
Nom	
Prénom	

1 Etude des caractéristiques d'une antenne

Les caractéristiques de l'antenne considérée - vendue par le fournisseur Kathrein sous la référence 80010684 - sont données Figure 1, ses diagrammes de rayonnement sont donnés Figure 2.

Quad-band Panel	790-960	1710-1880	1920-2170	2490-2690	KATHREIN	
Dual Polarization	X	X	X	X	Antennen · Electronic	
Half-power Beam Width	65°	65°	65°	65°	Preliminary Issue	
Adjust. Electr. Downtilt	0°-12°	0°-10°	0°-10°	0°-10°		
set by hand or by optional RCU (Remote Control Unit)						
XXXXPol Panel 790-960/1710-1880/1920-2170/2490-2690 65°/65°/65°/65° 14.5/16.5/17/17dBI 0°-12°/0°-10°/0°-10°/0°-10°T						
Type No.	80010684					
Frequency range	790 - 862 MHz	790-960 824 - 896 MHz	880 - 960 MHz	1710 - 1880 MHz	1710-1880 1920 - 2170 MHz	2490 - 2690 MHz
Polarization	+45°, -45°	+45°, -45°	+45°, -45°	+45°, -45°	+45°, -45°	+45°, -45°
Average gain (dBi)	16.8 ... 16.7 ... 16.5	17.0 ... 17.0 ... 16.8	17.1 ... 17.2 ... 17.0	17.8 ... 17.8 ... 17.5	17.8 ... 17.8 ... 17.4	17.8 ... 17.8 ... 17.6
Tilt	0° ... 6° ... 12°	0° ... 6° ... 12°	0° ... 6° ... 12°	0° ... 5° ... 10°	0° ... 5° ... 10°	0° ... 5° ... 10°
Horizontal Pattern:						
Half-power beam width	69°	68°	67°	67°	63°	62°
Front-to-back ratio, copolar (180°±30°)	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB	> 25 dB
Cross polar ratio						
Maindirection	0°	20 dB	20 dB	20 dB	18 dB	20 dB
Sector	±60°	> 10 dB	> 10 dB	> 10 dB	> 10 dB	> 10 dB
Vertical Pattern:						
Half-power beam width	15.7°	15.3°	15°	6.7°	5.9°	5.2°
Electrical tilt, continuously adjust.	0°-12°			0°-10°	0°-10°	0°-10°
Sidelobe suppression for first sidelobe above main beam	0° ... 6° ... 12° T 16 ... 16 ... 16 dB	0° ... 6° ... 12° T 16 ... 16 ... 16 dB	0° ... 6° ... 12° T 18 ... 17 ... 16 dB	0° ... 5° ... 10° T 16 ... 16 ... 15 dB	0° ... 5° ... 10° T 16 ... 16 ... 15 dB	0° ... 5° ... 10° T 16 ... 16 ... 15 dB
Impedance	50 Ω			50 Ω	50 Ω	50 Ω
VSWR	< 1.5			< 1.5	< 1.5	< 1.5
Isolation: Intrasystem	> 30 dB			> 28 dB	> 28 dB	> 28 dB
Isolation: Intersystem	> 30 dB (1710-1880 // 1920-2170 MHz) > 35 dB (790-960 // 1710-2170 MHz) > 38 dB (2490-2690 // 790-960 ... 1710-2170 MHz)					
Intermodulation IM3	< -150 dBc (2 x 43 dBm carrier)					
Max. power per input	500 W*			200 W*	200 W*	200 W*
Total power	1000 W*			400 W*		
* (at 50 °C ambient temperature)						

* (at 50 °C ambient temperature)

Figure 1: Caractéristiques générales de l'antenne Kathrein ref. : 80010684

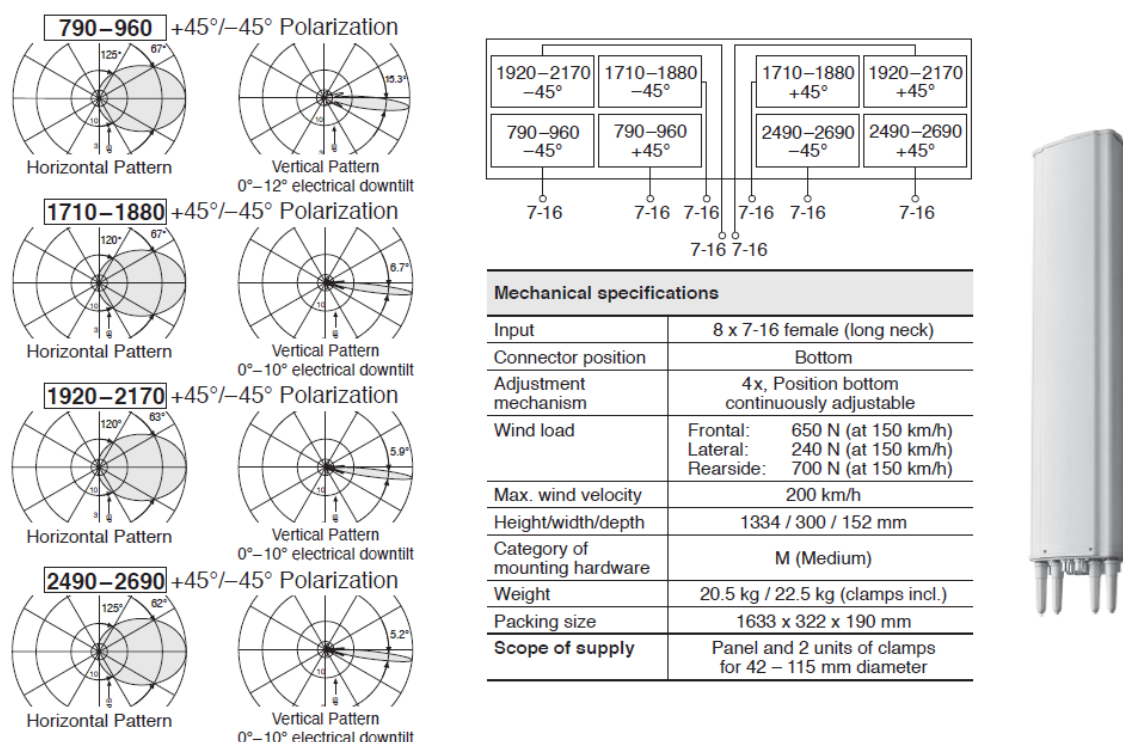


Figure 2: Diagrammes de rayonnement de l'antenne Kathrein ref. : 80010684

Question 1.

[Ant] Quelle est l'ouverture horizontale de cette antenne dans la bande 1710 – 1880 MHz?

[Ant] Quelle est l'ouverture verticale de cette antenne dans la bande 1710 – 1880 MHz?

[Ant] L'antenne est montée au sommet d'un pylône de 25 mètres. Paramétrer le tilt afin d'assurer un rayonnement optimal du lobe principal pour un piéton de taille moyenne, situé à 150 mètres de l'antenne.

[Ant] Ce tilt est-il compatible avec les caractéristiques de l'antenne? Argumentez votre réponse en une phrase.

Les valeurs limites d'exposition du public aux radio-fréquences dépendent fortement de la longueur d'onde utilisée. Elles sont données dans le Tableau 1, avec f la fréquence exprimée dans l'unité indiquée dans la colonne de la gamme de fréquences :

Un périmètre de sécurité doit être respecté autour de tout émetteur radio de telle sorte que, en dehors

Gamme de fréquences f_i	Valeur limite du champ électrique toléré E_ℓ en V/m
1 - 10 MHz	$87 \div \sqrt{f}$
10 - 400 MHz	28
400 - 2000 MHz	$1.375 \times \sqrt{f}$
2 - 300 GHz	61

Table 1: Champs électriques tolérés [ANFR]

de ce périmètre de sécurité :

$$\sum_{f_i} \left(\frac{E_i}{E_\ell(f_i)} \right)^2 \leq 1$$

où $E_\ell(f_i)$ est la valeur limite du champ électrique toléré dans la gamme de fréquences f_i considérée. Les données simplifiées de l'antenne Kathrein *ref.* : 80010684 sont listées dans le Tableau 2 :

Gamme de fréquences	Gain en dB	Puissance d'émission en W
790 - 960 MHz	17	20
1710 - 1880 MHz	17.8	20
1920 - 2170 MHz	17.8	20
2490 - 2690 MHz	17.8	20

Table 2: Données simplifiées de l'antenne Kathrein *ref.* : 80010684

Question 2.

[Ant] En considérant des conditions idéales de propagation dans le vide, trouver la distance de sécurité de l'antenne (on rappelle qu'elle est quadri-bande) :

[Radio-B] Dans un environnement urbain, cette distance augmente-t-elle ou diminue-t-elle ? Argumentez votre réponse en une phrase.

[Radio-I] En considérant un site équipé d'une seule antenne, quelle forme devrait avoir la zone de sécurité autour du site : ronde, carrée, rectangulaire, autre ? Argumentez votre réponse en une phrase.

Question 3.

Dans la bande 790 – 960 MHz : *[Radio-B]* Calculer la Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente de l'émetteur (ne considérer aucune perte dans les équipements) :

en dB :

en dBm :

[Ant] Quelle serait la PIRE en direction d'un récepteur situé à un azimuth de 60° par rapport à la direction privilégiée de l'antenne ?

en dBm :

[Archi-B] Pour quel(s) système(s) de radiocommunications cette antenne pourrait-elle être utilisée ?

2 Communication radio

Un réseau radio doit transmettre à un utilisateur des données modulées dont : la densité spectrale de puissance est assimilée à un $|sinc|^2$, la bande passante vaut 20 MHz, la fréquence porteuse se situe dans la gamme de fréquences des 2.4 GHz.

Pour joindre l'utilisateur - dans un appartement en zone urbaine - le réseau peut utiliser : soit un émetteur WiFi indoor - distant de 10 mètres de l'utilisateur, soit un émetteur LTE outdoor - distant de 500 mètres de l'utilisateur. On considère les modèles d'affaiblissement de propagation suivants, où f est la fréquence porteuse (en MHz) et d est la distance entre l'émetteur et le récepteur (en km) :

- pour le LTE : $A_L(d) = 50 + 26.16 \times \log_{10}(f) + 36 \times \log_{10}(d)$, d en km
- pour le WiFi : $A_W(d) = 20 \times \log_{10}(f) + 33 \times \log_{10}(d) - 5$, d en m

Question 4.

[Ant] Tracer l'allure du spectre du signal modulé transmis en précisant bien les valeurs sur l'axe des fréquences, car les échelles ne peuvent pas être respectées :

Question 5.

[Capa-B] Calculer la puissance du bruit thermique dans un canal :

- WiFi 802.11a :
- WiFi 802.11b :
- LTE de 20 MHz :

[Capa-B] Comparer les résultats obtenus :

Question 6.

Cas où on utilise le WiFi pour la communication

La puissance de l'émetteur en sortie d'antenne est fixée à 25 dBm.

[Radio-B] Convertir cette puissance :

- en dB :
- en mW :

[Radio-B] Calculer la puissance du signal reçue par l'utilisateur :
en dBm :

La puissance de toutes les interférences reçues par l'utilisateur est estimée à -85 dBm.

[Archi-B] Quelles sont les causes de ces interférences ?

[Capa-B] Calculer le SINR de la liaison :

[Capa-I] Quel débit l'utilisateur peut-il espérer ?

Question 7.

Cas où on utilise le LTE pour la communication

L'émetteur, de puissance 20W, est relié à une antenne omnidirectionnelle de gain 15 dB. On ne considère aucune perte dans les équipements.

[Radio-B] Calculer la Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente de l'émetteur LTE :

en dBm :

en W :

[Radio-B] Calculer la puissance du signal reçue par l'utilisateur :

en dBm :

Les interférences reçues par l'utilisateur proviennent de six interféreurs. Chaque interféreur possède les mêmes caractéristiques que l'émetteur LTE et il est situé à 2 km de l'utilisateur.

[Radio-B] Calculer la puissance totale reçue par l'utilisateur de la part de tous les interféreurs :

[Capa-B] Calculer le SINR de la liaison :

[Capa-I] Quel débit l'utilisateur peut-il espérer ?

Question 8.

[Archi-B] Quel réseau conseilleriez-vous d'utiliser dans cette situation ?

Question 9.

[Radio-I] On constate très souvent des différences entre les calculs 'théoriques' et les mesures 'terrain' des puissances reçues et des débits de transmission. Quelles pourraient en être les causes ?

Question 10.

[Archi-B] Un utilisateur possède un téléphone mobile 4G compatible WiFi. Entourer les situations dans lesquelles il pourra essayer d'utiliser le WiFi :

- dans une rame de métro parisien
- dans une gare SNCF parisienne
- dans un café Starbucks
- dans un parc parisien
- sur l'autoroute Paris-Lyon