

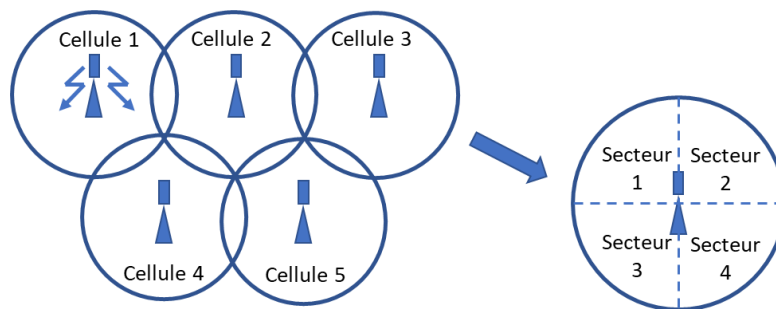
FISE1A – UE Science Physique – Semestre 1

Focus 1 – Partie 2 : Ondes et rayonnement radiofréquence

Devoir « maison » antennes : DM2

Sujet : « Ingénierie du système antenne associé à une station de base d'un réseau de communications mobiles 5G »

Afin d'assurer l'ensemble des besoins de communication sur une vaste zone géographique, le principe de base d'un réseau mobile consiste à découper cette zone en cellules élémentaires, qui se chevauchent au niveau de leurs périphéries. Une station de base est alors installée au centre de chacune de ces cellules, cf. Figure 1. Cette station assure la couverture radio globale de sa cellule par un découpage en n secteurs angulaires complémentaires dans le plan azimutal. Chaque secteur est alors associé à un panneau antenne propre.



Découpage de la zone en cellules Découpage d'une cellule en secteurs

Figure 1 : Principe de la couverture radio au sein d'un réseau mobile cellulaire

Travail demandé

L'objectif de cet exercice est de mettre en application ce que vous avez vu en cours et TD et de les mettre en application dans un contexte d'ingénierie d'un système de transmission radio sans-fil.

Nous vous conseillons d'effectuer ce travail en binôme en se répartissant le travail selon la fréquence étudiée.

Il n'y a pas d'évaluation directe de votre travail mais des questions d'analyse et d'interprétation des résultats en lien avec ce travail seront posés lors de l'examen final.

I) Etude de la couverture radio cellulaire :

A partir des données techniques fournies : fiches techniques des antennes **APXVB20B-C-I20** et **APXVL08B_43-C-I20** selon la fréquence et la norme **ETSI 138104** sur les stations de bases 5G, le premier objectif de ce devoir « maison » est de déterminer l'étendue de la zone de couverture radio, résultant de l'utilisation d'un tel produit.

Afin de mener à bien votre travail, vous considèrerez l'ensemble des hypothèses suivantes :

- L'étude porte sur un lien de transmission descendant (« **downlink** »), de la station de base vers un mobile situé dans la cellule couverte par cette station.
- La station de base est de type « **Medium Range BS** ». Pour ce type de station, vous retiendrez le maximum de puissance possible au niveau de l'émission.
- Concernant la fréquence pour la 5G, vous étudierez la fréquence basse de la bande **n12** et la fréquence haute de la bande **n7**. Ces fréquences sont données dans le document ETSI TS 138 104_fréquences_puissance.
- La cellule couverte par la station de base est assimilée, au niveau du sol, à un disque de rayon égal à r .
- Le panneau antenne de la station de base est située à une hauteur de **125m** au-dessus du niveau du sol.
- Le mobile est situé au niveau du sol.
- Le gain de l'antenne du mobile est de **0dB_i** (antenne de type isotrope).
- La valeur du seuil de sensibilité au niveau du mobile est de **-95dB_m**

La liaison radio entre la station de base et le mobile présente une atténuation supplémentaire de **45dB** par rapport à une liaison idéale (i.e. une liaison en visibilité directe, non perturbée).

Le **travail demandé** se traduira un **schéma graphique** représentant cette liaison radio « downlink » (entre la station de base et le mobile) et synthétisant l'ensemble des informations suivantes :

- Le type de liaison radio permettant d'assurer cette couverture cellulaire : point à point ou point à multi-points
- Le nombre d'antennes nécessaire par pylône pour couvrir un rayonnement omnidirectionnel avec un recouvrement des diagrammes de rayonnement à environ -3dB du maximum.
- La fréquence étudiée selon la bande de fréquence.
- Le gain typique du panneau antenne en dB_i.
- La directivité du panneau en dB_i.
- L'efficacité de rayonnement du panneau pourcentage.
- La puissance émise par la station de base en dB_m.
- La portée maximale d_{max} entre les antennes de la station de base et du mobile en limite de secteur du rayonnement.
- Le tilt à appliquer à l'antenne.
- Le rayon r de la cellule radio couverte au niveau du sol.

II) Etude de l'interconnectivité radio entre cellules adjacentes :

Afin d'assurer l'interconnectivité entre cellules adjacentes, des liens radio peuvent être établis entre les stations de base associées à ces cellules, cf. Figure 2. Ce sont des liaisons de type « backhaul », hautes performances (fonctionnant à très hauts débits), qui utilisent une fréquence porteuse à 23GHz. Le second objectif de ce devoir « maison » est d'aboutir au dimensionnement de l'antenne utilisée pour établir ce lien radio.

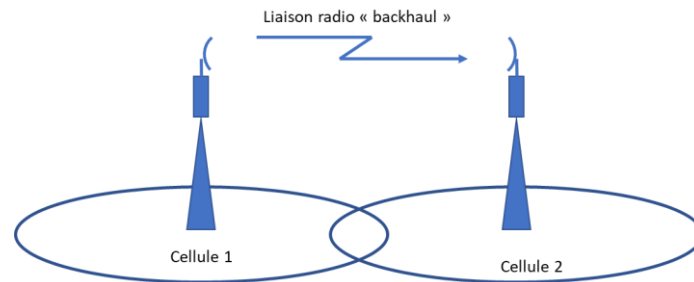


Figure 2 : Principe d'interconnectivité radio entre cellules adjacentes

Afin de mener à bien votre travail, vous considèrerez l'ensemble des hypothèses suivantes :

- L'étude porte sur un lien « **backhaul** » entre deux stations de base de cellules adjacentes au sein du réseau mobile.
- Les antennes, associées à ce lien, sont situées à une même hauteur de **130m** au-dessus du niveau du sol.
- Ces antennes sont identiques et présentent une efficacité de rayonnement de **50%**.
- La distance entre antenne, c'est-à-dire entre chaque centre de cellule, doit permettre de couvrir le territoire sur le modèle de répartition des cellules présenté sur la figure 1.
- La liaison est considérée comme étant idéale (i.e. une liaison en visibilité directe, non perturbée).
- La puissance à l'émission est de **23dB_m**.
- Le seuil de sensibilité en réception est de **-40dB_m**.

Le travail demandé se traduira par un **second schéma graphique** illustrant cette liaison radio « backhaul » (entre deux stations de base adjacentes) et synthétisant l'ensemble des informations suivantes :

- Le type de liaison radio permettant d'assurer ce lien « backhaul ».
- La distance entre pylône.
- Le gain de l'antenne en dB_i.
- En supposant une ouverture de l'antenne circulaire, le diamètre de l'ouverture en mètre
- Choix d'une référence d'une antenne chez le fabricant d'antenne RFS répondant au cahier des charges. Sélection dans la gamme compactline
<https://www.rfsworld.com/searchengine/compactline>

III) Analyse et interprétation de vos résultats

En comparant les valeurs obtenues aux deux fréquences, analysez et interprétez-les ?

Pour vous aider voici quelques questions :

- Comment varie la surface d'une cellule en fonction de la fréquence ? Pouvez-vous identifier et justifier la raison ?
- Quelle est l'intérêt d'utiliser des fréquences élevées ?
- Quel type d'antenne utilise-t-on pour une station ?
- Quel type d'antenne utilise-t-on pour une liaison backhaul ?
- Pouvez-vous analyser et interpréter la forme d'une antenne de station de base vis-à-vis de son diagramme de rayonnement.

Table 5.2-1: NR operating bands in FR1

NR operating band	Uplink (UL) operating band	Downlink (DL) operating band	Duplex mode
	BS receive / UE transmit F _{UL,low} – F _{UL,high}	BS transmit / UE receive F _{DL,low} – F _{DL,high}	
n1	1920 MHz – 1980 MHz	2110 MHz – 2170 MHz	FDD
n2	1850 MHz – 1910 MHz	1930 MHz – 1990 MHz	FDD
n3	1710 MHz – 1785 MHz	1805 MHz – 1880 MHz	FDD
n5	824 MHz – 849 MHz	869 MHz – 894 MHz	FDD
n7	2500 MHz – 2570 MHz	2620 MHz – 2690 MHz	FDD
n8	880 MHz – 915 MHz	925 MHz – 960 MHz	FDD
n12	699 MHz – 716 MHz	729 MHz – 746 MHz	FDD
n14	788 MHz – 798 MHz	758 MHz – 768 MHz	FDD
n18	815 MHz – 830 MHz	860 MHz – 875 MHz	FDD
n20	832 MHz – 862 MHz	791 MHz – 821 MHz	FDD
n25	1850 MHz – 1915 MHz	1930 MHz – 1995 MHz	FDD
n26	814 MHz – 849 MHz	859 MHz – 894 MHz	FDD
n28	703 MHz – 748 MHz	758 MHz – 803 MHz	FDD
n29	N/A	717 MHz – 728 MHz	SDL
n30	2305 MHz – 2315 MHz	2350 MHz – 2360 MHz	FDD
n34	2010 MHz – 2025 MHz	2010 MHz – 2025 MHz	TDD
n38	2570 MHz – 2620 MHz	2570 MHz – 2620 MHz	TDD
n39	1880 MHz – 1920 MHz	1880 MHz – 1920 MHz	TDD
n40	2300 MHz – 2400 MHz	2300 MHz – 2400 MHz	TDD
n41	2496 MHz – 2690 MHz	2496 MHz – 2690 MHz	TDD
n48	3550 MHz – 3700 MHz	3550 MHz – 3700 MHz	TDD
n50	1432 MHz – 1517 MHz	1432 MHz – 1517 MHz	TDD
n51	1427 MHz – 1432 MHz	1427 MHz – 1432 MHz	TDD
n53	2483.5 MHz – 2495 MHz	2483.5 MHz – 2495 MHz	TDD
n65	1920 MHz – 2010 MHz	2110 MHz – 2200 MHz	FDD
n66	1710 MHz – 1780 MHz	2110 MHz – 2200 MHz	FDD
n70	1695 MHz – 1710 MHz	1995 MHz – 2020 MHz	FDD
n71	663 MHz – 698 MHz	617 MHz – 652 MHz	FDD
n74	1427 MHz – 1470 MHz	1475 MHz – 1518 MHz	FDD
n75	N/A	1432 MHz – 1517 MHz	SDL
n76	N/A	1427 MHz – 1432 MHz	SDL
n77	3300 MHz – 4200 MHz	3300 MHz – 4200 MHz	TDD
n78	3300 MHz – 3800 MHz	3300 MHz – 3800 MHz	TDD
n79	4400 MHz – 5000 MHz	4400 MHz – 5000 MHz	TDD
n80	1710 MHz – 1785 MHz	N/A	SUL
n81	880 MHz – 915 MHz	N/A	SUL
n82	832 MHz – 862 MHz	N/A	SUL
n83	703 MHz – 748 MHz	N/A	SUL
n84	1920 MHz – 1980 MHz	N/A	SUL
n86	1710 MHz – 1780 MHz	N/A	SUL
n89	824 MHz – 849 MHz	N/A	SUL
n90	2496 MHz – 2690 MHz	2496 MHz – 2690 MHz	TDD
n91	832 MHz – 862 MHz	1427 MHz – 1432 MHz	FDD ²
n92	832 MHz – 862 MHz	1432 MHz – 1517 MHz	FDD ²
n93	880 MHz – 915 MHz	1427 MHz – 1432 MHz	FDD ²
n94	880 MHz – 915 MHz	1432 MHz – 1517 MHz	FDD ²
n95 ¹	2010 MHz – 2025 MHz	N/A	SUL

NOTE 1: This band is applicable in China only.
NOTE 2: Variable duplex operation does not enable dynamic variable duplex configuration by the network, and is used such that DL and UL frequency ranges are supported independently in any valid frequency range for the band.

6 Conducted transmitter characteristics

6.1 General

Unless otherwise stated, the conducted transmitter characteristics are specified at the *antenna connector* for *BS type I-C* and at the *TAB connector* for *BS type I-H*, with a full complement of transceiver units for the configuration in normal operating conditions.

For *BS type I-H* the manufacturer shall declare the minimum number of supported geographical cells (i.e. geographical areas covered by beams). The minimum number of supported geographical cells (N_{cells}) relates to the BS setting with the minimum amount of cell splitting supported with transmission on all *TAB connectors* supporting the *operating band*, or with minimum amount of transmitted beams.

For *BS type I-H* manufacturer shall also declare *TAB connector TX min cell groups*. Every *TAB connector* of the *BS type I-H* supporting transmission in an *operating band* shall map to one *TAB connector TX min cell group* supporting the same *operating band*, where mapping of *TAB connectors* to cells/beams is implementation dependent.

The number of *active transmitter units* that are considered when calculating the conducted TX emissions limits ($N_{\text{TXU,counted}}$) for *BS type I-H* is calculated as follows:

$$N_{\text{TXU,counted}} = \min(N_{\text{TXU,active}}, 8 \times N_{\text{cells}})$$

$N_{\text{TXU,countedpercell}}$ is used for scaling of *basic limits* and is derived as $N_{\text{TXU,countedpercell}} = N_{\text{TXU,counted}} / N_{\text{cells}}$

NOTE: $N_{\text{TXU,active}}$ depends on the actual number of *active transmitter units* and is independent to the declaration of N_{cells} .

6.2 Base station output power

6.2.1 General

The BS conducted output power requirement is at *antenna connector* for *BS type I-C*, or at *TAB connector* for *BS type I-H*.

The *rated carrier output power* of the *BS type I-C* shall be as specified in table 6.2.1-1.

Table 6.2.1-1: BS type 1-C rated output power limits for BS classes

BS class	$P_{\text{rated,c,AC}}$
Wide Area BS	(Note)
Medium Range BS	≤ 38 dBm
Local Area BS	≤ 24 dBm
NOTE: There is no upper limit for the $P_{\text{rated,c,AC}}$ rated output power of the Wide Area Base Station.	

The *rated carrier output power* of the *BS type I-H* shall be as specified in table 6.2.1-2.

Table 6.2.1-2: BS type 1-H rated output power limits for BS classes

BS class	$P_{\text{rated,c,sys}}$	$P_{\text{rated,c,TABC}}$
Wide Area BS	(Note)	(Note)
Medium Range BS	≤ 38 dBm + $10\log(N_{\text{TXU,counted}})$	≤ 38 dBm
Local Area BS	≤ 24 dBm + $10\log(N_{\text{TXU,counted}})$	≤ 24 dBm
NOTE: There is no upper limit for the $P_{\text{rated,c,sys}}$ or $P_{\text{rated,c,TABC}}$ of the Wide Area Base Station.		



FEATURES / BENEFITS

- 2 ports, 1 cross pol system in low band (698-960MHz)
- Integrated and field replaceable SRET
- ACU HW Version -2.02 / SW Version -2.72
- Compliant with AISG V2.0 and 3GPP



Technical features

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Electrical Specification Header		LOW BAND ARRAY (698-960) [R1]		
Frequency Band	MHz	698 - 806	790 - 894	880 - 960
Gain Typical	dBi	16.1	17	17
Gain Over all Tilts	dBi	15.1 +/- 1	16.0 +/- 1	16.5 +/- 0.5
Azimuth Beamwidth 3dB	Deg	68.4 +/- 1.5	66 +/- 2	63.5 +/- 1.5
Elevation Beamwidth 3dB	Deg	11.8 +/- 1	10.3 +/- 1	9 +/- 1
Cross Polar Discrimination at Boresight	dB	30	28	30
Cross Polar Discrimination over Sector	dB	13	12	11
F/B at +/-30deg Total Power	dB	24	25.9	25
First Upper Side Lobe Suppression	dB	22	21	17
Electrical Downtilt	Deg	2 to 12		
Cross Polar Isolation	dB	28		
VSWR	-	1.5		
Passive Intermodulation (3rd Order, 2 x 43dBm)	dBc	-153		
Maximum Effective Power per Port	Watt	350		

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Impedance	Ohm	50
Polarization	Deg	±45°



MECHANICAL SPECIFICATIONS

Dimensions - H x W x D	mm (in)	1980 x 320 x 140 (78 x 12.6 x 5.5)
Weight (Antenna Only)	kg (lb)	18.5 (40.8)
Weight (Mounting Hardware only)	kg (lb)	4.5 (9.9)
Packing size- HxWxD	mm (in)	2250 x 395 x 215 (88.6 x 15.6 x 8.5)
Shipping Weight	kg (lb)	26 (57.3)
Connector type		2 x 7/16 female/bottom + 2 AISG connectors (1 male, 1 female)
Radome Material / Color		Fiberglass / Light Grey RAL7035

TESTING AND ENVIRONMENTAL

Temperature Range	°C (°F)	-40 to 60 (-40 to 140)
Lightning protection		Direct Ground
Survival/Rated Wind Velocity	km/h	200 (150)
Wind Load @Rated Wind Front	N	425
Wind Load @Rated Wind Side	N	406
Wind Load @Rated Wind Rear	N	493

ORDERING INFORMATION

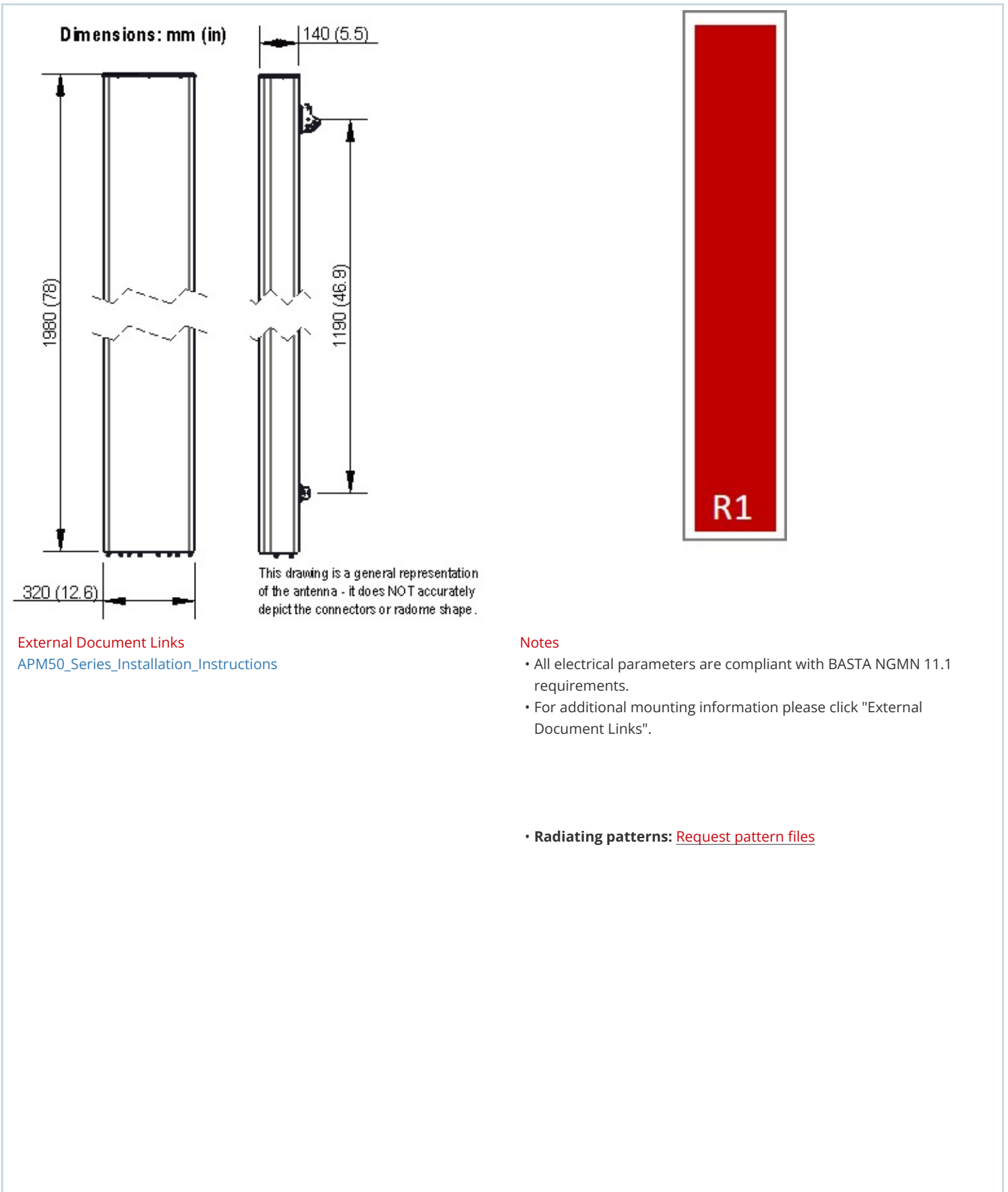
Order No.	Configuration	Mounting Hardware	Mounting pipe Diameter	Shipping Weight
APXVB20B-C-I20	Internal RET (ACU-I20-B1)	APM50-B1	50-110mm	26.0 kg





PRODUCT DATASHEET
APXVB20B-C-I20

Single Band, 2-port Antenna, 2.0m, 698-960 MHz, 65deg, 17.0 dBi, 2-12deg, Integrated RET



External Document Links
[APM50_Series_Installation_Instructions](#)

- Notes**
- All electrical parameters are compliant with BASTA NGMN 11.1 requirements.
 - For additional mounting information please click "External Document Links".

• **Radiating patterns:** [Request pattern files](#)



FEATURES / BENEFITS

- 2 ports / 1 cross pol system in very wide high band (1710-2690 MHz)
- Integrated and field replaceable SRET
- ACU HW Version: 2.02
- Compliant with AISG V2.0 and 3GPP



Technical features

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Electrical Specification Header		High Band Array (1710-2690 MHz) [Y1]				
Frequency Band	MHz	1710-1880	1850-1990	1920-2170	2300-2400	2490-2690
Gain Typical	dBi	14.9	15.2	15.6	16.1	16.5
Gain Over all Tilts	dBi	14.6 +/- 0.3	15 +/- 0.2	15.2 +/- 0.4	15.9 +/- 0.2	16.1 +/- 0.4
Azimuth Beamwidth 3dB	Deg	71.4 +/- 2.4	69.4 +/- 1.2	67.1 +/- 3.1	62.4 +/- 1.3	63.9 +/- 4.5
Elevation Beamwidth 3dB	Deg	13.8 +/- 0.6	13.1 +/- 0.5	12.4 +/- 0.7	10.8 +/- 0.4	9.7 +/- 0.5
Cross Polar Discrimination at Boresight	dB	16.5	19.1	20.2	20.8	24.4
Cross Polar Discrimination over Sector	dB	17.4	15.1	11.8	8.4	6.7
F/B at +/-30deg Total Power	dB	24.6	22.6	22.8	24.7	22
First Upper Side Lobe Suppression	dB	16.8	19.2	18.8	16.4	13.6
Electrical Downtilt	Deg	2 to 12				
Cross Polar Isolation	dB	26				
Interband Isolation	dB	26				
VSWR	-	1.5				
Passive Intermodulation (3rd Order, 2 x 43dBm)	dBc	-153				
Maximum Effective Power per Port	Watt	250				

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Impedance	Ohm	50
Polarization	Deg	±45°



MECHANICAL SPECIFICATIONS

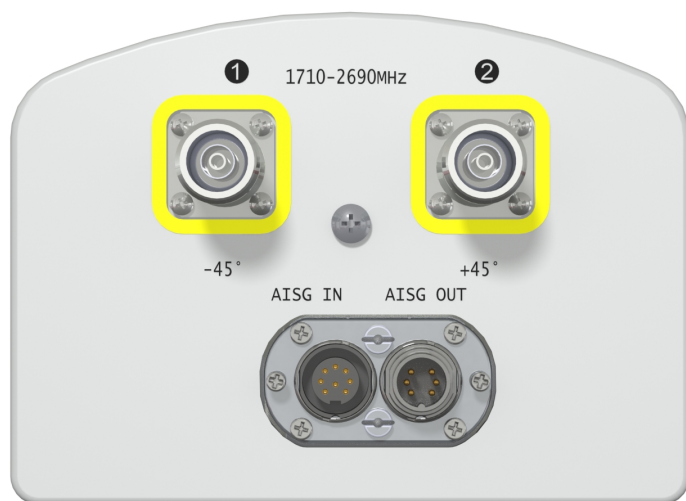
Dimensions - H x W x D	mm (in)	800 x 160 x 115 (31.5 x 6.3 x 4.5)
Weight (Antenna Only)	kg (lb)	5.1 (11.2)
Weight (Mounting Hardware only)	kg (lb)	2.7 (6)
Packing size- HxWxD	mm (in)	1050 x 245 x 215 (41.3 x 9.6 x 8.5)
Shipping Weight	kg (lb)	12.4 (27.3)
Connector type		2 x 4.3-10 female/bottom + 2 AISG connectors (1 male, 1 female)
Radome Material / Color		Fiberglass / Light Grey RAL7035

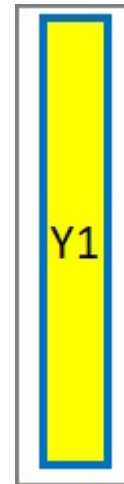
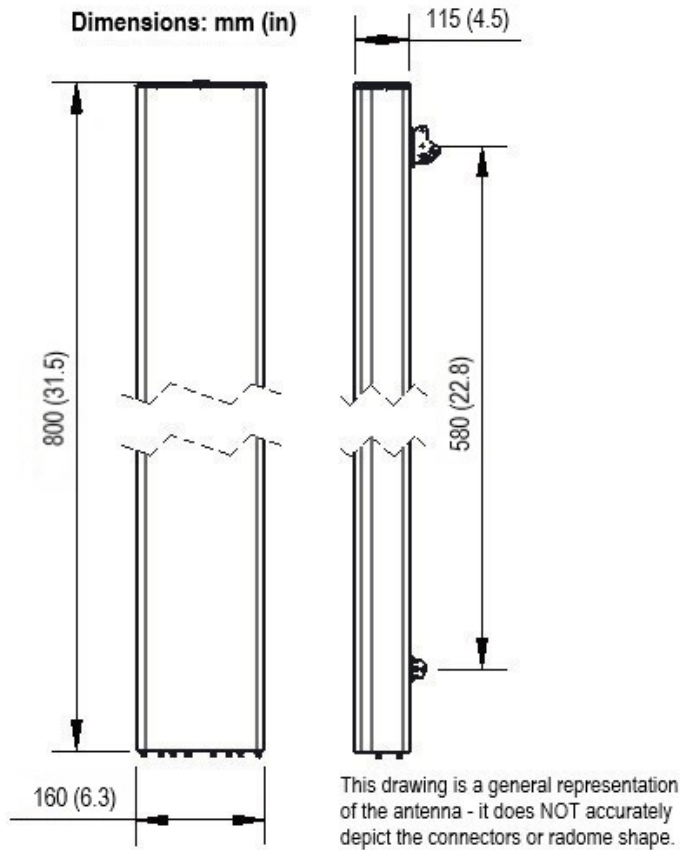
TESTING AND ENVIRONMENTAL

Temperature Range	°C (°F)	-40 to 60 (-40 to 140)
Lightning protection		Direct Ground
Survival/Rated Wind Velocity	km/h	200 (150)
Wind Load @Rated Wind Front	N	157
Wind Load @Rated Wind Side	N	97
Wind Load @Rated Wind Rear	N	239

ORDERING INFORMATION

Order No.	Configuration	Mounting Hardware	Mounting pipe Diameter	Shipping Weight
APXVL08B_43-C-I20	Internal RET(ACU-I20-B1)	APM50-B3	60-110mm	12.4 Kg





External Document Links

[APM50_Series_Installation_Instructions](#)

Notes

- All electrical parameters are compliant with BASTA NGMN 11.1 requirements.
- For additional mounting information please click "External Document Links".
- **Radiating patterns:** [Request pattern files](#)