

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R M.2007
(03/2012)

Caractéristiques des radars du service de radionavigation aéronautique fonctionnant dans la bande 5 150-5 250 MHz et critères de protection applicables à ces radars

Série M

Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés

Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans l'Annexe 1 de la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en oeuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

(Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	Vocabulaire et sujets associés

Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.

Publication électronique
Genève, 2015

© UIT 2015

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

RECOMMANDATION UIT-R M.2007

Caractéristiques des radars du service de radionavigation aéronautique fonctionnant dans la bande 5 150-5 250 MHz et critères de protection applicables à ces radars

(2012)

Domaine d'application

La présente Recommandation expose les caractéristiques des radars du service de radionavigation aéronautique fonctionnant dans la bande 5 150-5 250 MHz et les critères de protection applicables à ces radars. Il convient d'utiliser les caractéristiques techniques et opérationnelles pour analyser la compatibilité entre les radars fonctionnant dans le service de radionavigation aéronautique et les systèmes d'autres services.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les caractéristiques d'antenne, de propagation du signal, de détection des cibles et de grande largeur de bande nécessaire que doivent présenter les radars pour remplir leurs fonctions sont optimales dans certaines bandes de fréquences;
- b) que les caractéristiques techniques des radars fonctionnant dans le service de radionavigation sont déterminées par les objectifs du système et varient considérablement, même à l'intérieur d'une bande de fréquences;
- c) que des caractéristiques techniques et d'exploitation représentatives des systèmes fonctionnant dans les bandes de fréquences attribuées au service de radionavigation aéronautique (SRNA) sont nécessaires pour déterminer s'il est possible d'introduire de nouveaux types de systèmes;
- d) que des procédures et des méthodes sont nécessaires pour analyser la compatibilité entre les radars fonctionnant dans le SRNA et les systèmes d'autres services,

reconnaissant

que la bande de fréquences 5 150-5 250 MHz est attribuée à titre primaire aux services de radionavigation aéronautique, fixe par satellite (Terre vers espace) et mobile, sauf mobile aéronautique, conformément au numéro 5. 446A du RR,

recommande

- 1** de considérer les caractéristiques techniques et d'exploitation des radars fonctionnant dans le SRNA décrites dans l'Annexe 1 comme représentatives des radars fonctionnant dans la bande de fréquences 5 150-5 250 MHz et de les utiliser dans les études de compatibilité avec les systèmes d'autres services;
- 2** d'utiliser la Recommandation UIT-R M.1461 pour analyser la compatibilité entre les radars fonctionnant dans le service de radiopéage et les systèmes d'autres services;
- 3** d'utiliser un rapport niveau de puissance du signal brouilleur/niveau de puissance de bruit du récepteur radar (I/N) de -6 dB comme critère de protection requis pour les radars du service de radionavigation aéronautique, ce critère représentant le niveau de protection net en présence de brouilleurs multiples.

Annexe 1

Caractéristiques techniques et d'exploitation des radars du service de radionavigation aéronautique fonctionnant dans la bande de fréquences 5 150-5 250 MHz

1 Introduction

Le SRNA est exploité dans le monde entier dans le cadre d'une attribution à titre primaire dans la bande de fréquences 5 150-5 250 MHz. La présente Annexe expose les caractéristiques techniques et d'exploitation de radars de radionavigation à impulsions à effet Doppler représentatifs fonctionnant dans le SRNA dans cette bande de fréquences.

2 Caractéristiques des systèmes de détection et d'évitement du service de radionavigation aéronautique

Pour assurer la sécurité d'exploitation en vol des aéronefs sans pilote (UA), il est nécessaire de disposer de techniques évoluées permettant de détecter et de suivre les aéronefs se trouvant à proximité, le terrain et les obstacles à la navigation. Comme les aéronefs avec pilote, les aéronefs sans pilote doivent éviter ces objets. Le pilote à distance devra connaître l'environnement dans lequel évolue l'aéronef, pouvoir identifier les situations susceptibles de menacer la sécurité d'exploitation de l'aéronef et prendre les mesures qui s'imposent pour parer au risque. La fonction principale d'un radar de détection et d'évitement est d'offrir la possibilité de détecter et de suivre les informations sur le trafic aérien et d'en rendre compte au pilote à distance, afin d'assurer une distance de séparation suffisante avec les autres aéronefs/obstacles. Le système utilise une approche «pilote dans la boucle», selon laquelle il appartient au pilote au sol du système d'aéronef sans pilote (UAS) de décider en dernier ressort des manœuvres d'évitement à effectuer. Les paramètres techniques des radars du service de radionavigation aéronautique fonctionnant dans la bande de fréquences 5 150-5 250 MHz. sont indiqués dans le Tableau 1.

TABLEAU 1

Paramètres techniques des radars de détection et d'évitement embarqués à bord d'un aéronef

Paramètre	Radar 1
Plate-forme	Aéronef sans pilote
Hauteur de la plate-forme (km)	Jusqu'à 20
Type de radar	Système de prévention des collisions entre aéronefs
Vitesse mesurée au sol (km/h)	Jusqu'à 1 500
Plage d'accord de fréquence (MHz)	5 150 – 5 250
Type d'émission	Impulsion MF linéaire (LFM)
Largeur de bande de l'impulsion comprimée LFM (MHz)	20
Largeur de l'impulsion (μ s)	5 à 11
Temps de montée et de descente de l'impulsion (μ s)	0,1 à 0,2
Largeur de bande d'émission RF à –3 dB –20 dB (MHz) –40 dB	18 22 26
Fréquence de répétition des impulsions (pps)	31 500-33 500
Puissance de crête de l'émetteur (W)	80,0
Puissance moyenne de l'émetteur (W)	16
Largeur de bande FI à –3 dB du récepteur (MHz)	30
Sensibilité (dBm)	–133
Facteur de bruit du récepteur (dB)	5
Type d'antenne	Antenne réseau à commande de phase
Positionnement de l'antenne	Nez de l'aéronef
Gain de l'antenne (dBi)	33-36
Premier lobe latéral de l'antenne (dBi)	18-20
Ouverture de faisceau dans le plan horizontal (degrés)	8
Ouverture de faisceau dans le plan vertical (degrés)	8
Polarisation	Linéaire verticale
Balayage vertical de l'antenne (degrés)	Plan vertical \pm 45
Balayage horizontal de l'antenne	Plan horizontal \pm 45
Critère de protection (dB)	–6

3 Fonction de détection et d'évitement

Les aéronefs avec pilote ont longtemps été tributaires de la vision du pilote humain dans le cockpit, qui constituait le principal moyen de détecter d'autres aéronefs et d'éviter les collisions en vol, même lorsqu'ils étaient équipés de répéteurs ou de systèmes radars. Les systèmes UAS ne sont pas dotés de cette fonctionnalité de sécurité de bord. Il est prévu que les aéronefs sans pilote seront complètement intégrés aux aéronefs avec pilote pour la gamme complète des applications. Parmi les domaines dans lesquels des applications UAS ont fait l'objet de démonstrations ou sont envisagées,

on peut citer l'agriculture, la retransmission de communications, la photographie aérienne, la cartographie, la gestion des situations d'urgence, la recherche scientifique, la gestion de l'environnement et l'application de la loi. En conséquence, il faut que les systèmes UAS soient dotés de cette fonction de détection et d'évitement (S&A) pour pouvoir fonctionner régulièrement dans des espaces aériens non réservés. Il est indispensable de maintenir la sensibilité du système de détection S&A, pour faire en sorte que l'aéronef se trouvant à proximité du système UAS puisse être détecté dans les délais afin d'éviter les collisions.

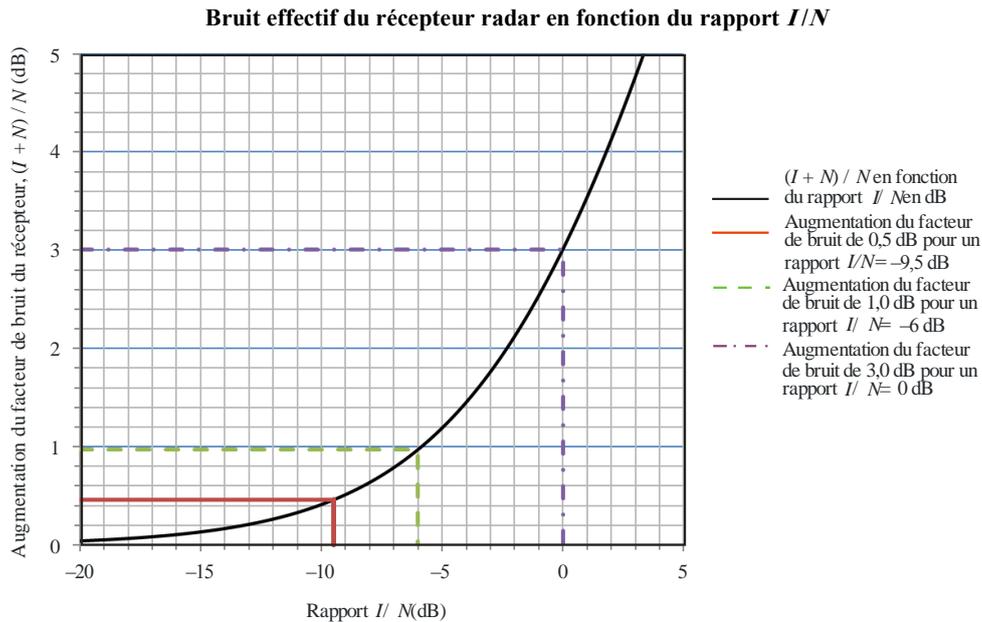
Pour garantir une distance de sécurité suffisante avec un autre aéronef, il est nécessaire de prévoir une fonction de recherche active afin de maintenir une distance précise par rapport à l'autre aéronef. Les paramètres de la fonction de recherche peuvent être le temps, la distance, la vitesse de rapprochement, l'angle d'approche et la manœuvrabilité. La fonction d'espacement des aéronefs est active pendant un laps de temps suffisant pour permettre la manœuvre du système UAS de façon à éviter l'activation de la fonction d'évitement des collisions.

L'évitement des collisions est la manœuvre effectuée au dernier moment pour éviter une collision. Cette fonction n'entre en jeu que lorsque toutes les mesures destinées à assurer un espacement pour maintenir une distance de sécurité ont échoué. Là encore, les paramètres peuvent être le temps, la distance, la vitesse de rapprochement, l'angle d'approche et la manœuvrabilité. Dans ce volume de collision, le système UAS dispose de peu de temps pour effectuer une manœuvre visant à éviter les collisions en vol. Il doit être doté d'une fonction lui permettant d'interpréter les données du capteur et de générer des manœuvres appropriées en conséquence. Au nombre des données du capteur peuvent figurer la surface équivalente radar et la portée du radar de l'aéronef. Une réduction du rapport signal/bruit entraînera une réduction de la distance de détection. De plus, l'affaiblissement atmosphérique peut varier considérablement (même à 5 000 MHz), de sorte qu'il est également nécessaire de prévoir une tolérance importante.

4 Critères de protection

Si un récepteur radar subit des brouillages, la contribution à la puissance moyenne de brouillage, I , s'additionnera avec la puissance de bruit inhérente au radar, N , et cette puissance additionnée aura tendance à occulter la détection des cibles recherchées. Le rapport entre le bruit additionné plus brouillage et le bruit inhérent est $(I+N)/N$ et son comportement par rapport au rapport I/N est représenté graphiquement sur la Fig. 1.

FIGURE 1



M.2007-01

Ainsi qu'il ressort de la Fig. 1, le facteur de bruit du récepteur augmente de 0,5 dB, lorsque la puissance de brouillage moyenne est inférieure de 9,5 dB au niveau nominal de bruit du récepteur, et de 1 dB lorsque la puissance de brouillage moyenne est inférieure de 6 dB au niveau nominal de bruit du récepteur. Cet accroissement du facteur de bruit effectif représenterait un accroissement équivalent du niveau minimal de détection du signal des récepteurs radars subissant des brouillages. En conséquence, pour assurer une parfaite protection de l'exploitation des radars du SRNA dans cette bande de fréquences, il convient que les critères de protection brouillage/bruit (I/N) soient égaux à -6 dB¹.

Ces critères de protection représentent le niveau de protection contre les effets cumulatifs des brouilleurs lorsqu'il y en a plusieurs; le rapport I/N admissible pour un brouilleur individuel dépend du nombre de brouilleurs et de leur configuration, et doit être évalué lors de l'analyse d'un scénario donné. Le facteur cumulatif peut être très important dans le cas de certains systèmes de communication pour lesquels un grand nombre de stations peuvent être déployées.

Les effets du brouillage par impulsions sont plus difficiles à quantifier et dépendent étroitement du type de processeur/récepteur et du mode de fonctionnement. En particulier, les gains résultant du traitement différentiel du retour de cible, qui est pulsé de façon synchrone, et des impulsions de brouillage, qui sont généralement asynchrones, ont souvent des effets importants sur les niveaux donnés de brouillage par impulsions. Cette désensibilisation peut être à l'origine de différents types de dégradation de la performance. Elle devra être évaluée lors de l'analyse des interactions entre certains types de radar. Les techniques de suppression du brouillage par impulsions à faible coefficient d'utilisation figurent dans la Recommandation UIT-R M.1372.

¹ Recommandation UIT-R M.1461-1 «Procédures d'évaluation des risques de brouillage entre des radars fonctionnant dans le service de radiorepérage et les systèmes d'autres services».