

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R SM.1837-1
(08/2013)

Procédure d'essai pour mesurer le niveau du point d'interception de troisième ordre (IP₃) des récepteurs de contrôle des émissions

Série SM
Gestion du spectre



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 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, 2014

© UIT 2014

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 SM.1837-1*

Procédure d'essai pour mesurer le niveau du point d'interception de troisième ordre (IP₃) des récepteurs de contrôle des émissions

(2007-2013)

Domaine d'application

La présente Recommandation fait partie d'un ensemble de Recommandations décrivant les méthodes d'essai à utiliser pour déterminer les paramètres techniques des récepteurs de contrôle des émissions qui sont importants pour les utilisateurs de ces récepteurs. L'application par les fabricants des méthodes décrites facilite les comparaisons entre les différents récepteurs. La présente Recommandation définit la procédure d'essai pour déterminer le point IP₃ d'un récepteur de contrôle des émissions. Il est recommandé à tous les fabricants de suivre cette procédure, afin de pouvoir offrir une évaluation plus simple et plus objective de la qualité des produits aux utilisateurs de ces récepteurs.

Mots clés

Procédure d'essai, point d'interception de troisième ordre, récepteur de contrôle des émissions

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que l'UIT-R a publié les spécifications types recommandées des récepteurs analogiques et numériques de contrôle des émissions dans le Manuel – Contrôle du spectre radioélectrique (2011), mais que rien n'est dit sur les procédures d'essai correspondantes;
- b) que la spécification du point d'interception de troisième ordre (IP₃) dépend fortement des procédures d'essai appliquées;
- c) que le niveau du point IP₃ spécifié dans la fiche technique d'un récepteur dépend beaucoup des fréquences d'essai utilisées, de l'espacement des signaux d'essai et de leurs niveaux ainsi que de la température ambiante au moment des essais;
- d) que la caractéristique IP₃ a une influence directe sur la capacité d'un récepteur à réaliser certaines tâches de contrôle des émissions, en particulier dans certaines conditions réelles (signaux de niveau élevé à des fréquences proches de la fréquence réglée);
- e) que, en l'absence de procédure d'essai définie, il faut réaliser une certaine conversion pour pouvoir comparer les spécifications du point IP₃ publiées par les fabricants et que cette conversion peut être complexe, voire impossible à réaliser;
- f) qu'une procédure d'essai définie pour le point IP₃ doit être indépendante de la conception du récepteur;
- g) que si une procédure d'essai bien définie pour le point IP₃ est adoptée par tous les fabricants de récepteurs de contrôle des émissions, elle permettra d'offrir aux utilisateurs de ces récepteurs une évaluation plus simple et plus objective des produits provenant de différents fabricants, évitant ainsi les ambiguïtés;

* La Commission d'études 1 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à la présente Recommandation en 2019 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 1.

h) que des informations supplémentaires sur les mesures du point IP_3 figurent dans le Rapport UIT-R SM.2125 – Paramètres et procédures de mesure des récepteurs et des stations de contrôle du spectre dans les bandes des ondes décamétriques, métriques et décimétriques;

i) que, lorsqu'on compare la qualité de fonctionnement de deux récepteurs, on tient compte simultanément du point IP_3 et du facteur de bruit ou de la sensibilité,

recommande

1 que la méthode de mesure décrite dans l'Annexe 1 soit utilisée pour déterminer le point d'interception de troisième ordre (IP_3);

2 que chaque valeur du point IP_3 soit accompagnée du facteur de bruit ou de la sensibilité au moment de la mesure du point IP_3 .

Annexe 1

Procédure d'essai pour mesurer le niveau du point d'interception de troisième ordre (IP_3) des récepteurs de contrôle des émissions

1 Aspects généraux

Le niveau du point IP_3 dépend:

- de l'espacement radioélectrique entre les deux signaux d'essai;
- du niveau radioélectrique des deux signaux d'essai;
- de l'ensemble des fréquences choisies pour l'essai;
- de la température au moment des essais.

De plus, pour évaluer correctement le niveau du point IP_3 :

- les deux produits d'intermodulation générés par le récepteur pour chaque paire de fréquences d'essai doivent être mesurés et évalués. Si leurs niveaux sont différents, il faut prendre le niveau le plus élevé;
- il convient d'éviter les mesures dupliquées (sur ce que l'on appelle les «fréquences images»), car elles ont une influence sur la valeur moyenne du point IP_3 . Les mesures dupliquées conduisent à des niveaux analogues du point IP_3 , qui ne contribuent pas vraiment à l'évaluation de la qualité du récepteur;
- une *valeur minimale* pour le niveau du point IP_3 doit être spécifiée et publiée par le fabricant dans la fiche technique pour l'ensemble de la plage de fonctionnement du récepteur. Les conditions relatives à chaque mesure (espacement, niveaux des signaux d'essai, bruit de fond d'entrée équivalent, commande AGC «activée» ou «désactivée») doivent aussi être publiées dans la fiche technique. Pour chaque espacement, la valeur doit être accompagnée de la condition d'essai du récepteur (voir le paragraphe «Définitions»). Etant donné que les valeurs du point IP_3 dépendent de la fréquence, le fabricant peut en outre choisir de spécifier le point IP_3 pour certaines bandes ou gammes de fréquences;
- une *valeur moyenne* (la moyenne arithmétique d'un certain nombre de mesures) peut aussi être indiquée.

Définitions

Les définitions suivantes s'appliquent dans la présente Recommandation:

- La condition d'essai du récepteur est définie comme étant la «*condition 1*» si les deux signaux d'essai suivent le trajet de signal analogique complet y compris les convertisseurs ou détecteurs A/D. Il est recommandé d'appliquer la «*condition 1*» pour les équipements qui incluent l'intégralité du traitement des signaux, du domaine analogique au domaine numérique, et produisent des résultats comme un spectre, des informations sonores, ou des données en bande de base I/Q. Ces dispositifs peuvent être des récepteurs de contrôle ou des analyseurs de spectre, par exemple.
- La condition d'essai du récepteur est définie comme étant la «*condition 2*» si les deux signaux d'essai suivent le trajet de signal analogique jusqu'à une sortie FI analogique. Il est recommandé d'appliquer la «*condition 2*» pour les équipements qui contiennent uniquement le trajet de signal analogique et produisent des résultats basés sur une fréquence intermédiaire (par exemple FI3). Ces dispositifs peuvent être des syntoniseurs analogiques ou des modules d'entrée provenant de fabricants d'équipements d'origine (OEM), par exemple.
- La condition d'essai du récepteur est définie comme étant la «*condition 3*» si un ou plusieurs des signaux d'essai sont supprimés à une étape intermédiaire du trajet de signal analogique du récepteur. Il est recommandé d'appliquer la «*condition 3*» pour les équipements qui contiennent uniquement le trajet de signal analogique et produisent des résultats basés sur une fréquence intermédiaire, différents étages FI (par exemple un étage FI2 à bande élargie et un étage FI3 à bande plus étroite) étant répartis entre différents étages de traitement. Ces dispositifs peuvent être des syntoniseurs analogiques ou des modules d'entrée provenant de fabricants OEM, par exemple.

2 Éléments fondamentaux concernant le concept de niveau du point d'interception de troisième ordre (IP₃)

Deux signaux d'essai non modulés de même puissance efficace P_{in} et de fréquences f_1 et f_2 ($f_1 < f_2$) sont insérés à l'entrée de l'antenne du récepteur. En raison des non-linéarités, deux produits d'intermodulation de fréquences $f_3 = \{(2 \times f_1) - f_2\}$ et $f_4 = \{(2 \times f_2) - f_1\}$ peuvent apparaître.

Le niveau du point IP₃ est alors calculé comme suit:

$$IP_3 = P_{in} + a/2$$

où:

- P_{in} : puissance efficace mesurée pour chacun des deux signaux d'essai insérés (dBm)
- a : différence (dB) entre le niveau des signaux d'essai insérés et le niveau des produits d'intermodulation au point de mesure. Si les produits d'intermodulation ont des niveaux différents, il faut prendre le niveau le plus élevé.

Variation du bruit de fond du récepteur

Le bruit de fond d'entrée équivalent du récepteur testé doit être mesuré pendant toute la mesure du point IP₃ avec et sans les signaux d'essais activés. Les détails concernant les fréquences utilisées pour l'essai (f_5 et f_6) figurent dans le paragraphe «*Mesure des niveaux*».

Conditions du banc d'essai

Pour effectuer cette mesure, il est important d'avoir une isolation suffisante entre les deux sources de l'essai pour éviter que des produits d'intermodulation soient créés dans les étages de sortie des sources aux fréquences f_3 et f_4 . Il pourra être nécessaire de recourir à des dispositifs tels que des isolateurs, des affaiblisseurs fixes, des amplificateurs d'isolement, ou des combineurs de puissance de Wilkinson à forte isolation. Un filtrage passe-bas pourra aussi être nécessaire pour affaiblir les deuxièmes harmoniques des sources.

Pour vérifier la fiabilité de tous ces dispositifs dans le montage d'essai, on peut mesurer le niveau du point IP_3 du banc d'essai sans raccorder le récepteur testé. Le point IP_3 du banc d'essai devrait être meilleur que le point IP_3 attendu pour le récepteur, avec une différence d'au moins 10 dB.

Mesure des niveaux

Les niveaux sont mesurés à f_1, f_2, f_3, f_4 et, pour garantir un bruit de fond d'entrée équivalent constant du récepteur, ils sont également mesurés à f_5 et f_6 en utilisant l'indicateur de niveau intégré du récepteur. f_5 et f_6 représentent les canaux adjacents à la bande passante BW du récepteur ($f_5 = f_3 - BW$ et $f_6 = f_4 + BW$). Les niveaux à f_5 et f_6 sont mesurés avec les signaux d'essais activés et désactivés. Cet indicateur de niveau intégré doit être étalonné sur toute la gamme d'amplitude des niveaux attendus de mesure des signaux. L'erreur absolue maximale autorisée est de ± 1 dB et la résolution d'affichage de l'indicateur de niveau doit être $\leq 0,1$ dB. Lorsque la sortie FI est disponible, on peut aussi utiliser un analyseur spectral ou un récepteur de mesure raccordé au dernier étage FI du récepteur comme indicateur de niveau, auquel cas les mêmes conditions d'étalonnage et de précision que pour l'indicateur intégré s'appliquent mais on peut utiliser un filtre de mesure relativement étroit pour surmonter les difficultés rencontrées pour mesurer le point IP_3 dans le cas des récepteurs ayant une bande passante étroite.

Bruit de phase

Si les niveaux des produits d'intermodulation à f_3 et f_4 sont proches des phénomènes de bruit de fond ou de bruit de phase, les niveaux mesurés correspondront aux produits d'intermodulation plus le bruit. Le niveau réel des produits d'intermodulation peut être obtenu en retranchant la contribution du bruit.

Espacement en fréquence des signaux d'essai

L'espacement entre les fréquences f_1 et f_2 est choisi conformément au § 3 et de telle sorte que les deux signaux d'essai soient conformes à l'une des conditions 1, 2 et 3.

La largeur de bande que l'on choisit d'utiliser pendant la mesure doit être spécifiée.

Pour les signaux d'essai, on choisit au moins deux paires de fréquences par octave régulièrement réparties sur toute la gamme de fréquences du récepteur. Les valeurs publiées du point IP_3 doivent être valables sur toute la gamme de température indiquée dans la fiche technique. Les éventuelles limitations doivent être mentionnées dans la fiche technique. Si un affaiblisseur d'entrée variable est présent, son affaiblissement doit être réglé sur 0 dB pendant les essais. Dans les autres cas, par exemple lorsque la conception du récepteur ne permet pas de modifier manuellement le réglage de l'affaiblisseur, il faut préciser l'affaiblissement utilisé pendant les essais et la raison pour laquelle une valeur autre que 0 dB a été utilisée. Pour caractériser un récepteur de façon plus complète, on peut indiquer les mesures obtenues pour plusieurs valeurs d'affaiblissement. Le récepteur doit être installé dans des conditions de fonctionnement normales et il faut indiquer si la commande AGC est activée ou désactivée, suivant la mesure.

Configuration du récepteur testé

Si un préamplificateur commutable est présent, il faut le désactiver pour réaliser les mesures. Pour certaines conceptions de récepteur, on ne peut pas désactiver un amplificateur physique mais on peut utiliser une combinaison d'affaiblisseurs variables à plots. Pour cette combinaison d'amplification et d'affaiblissement, le gain doit être réglé sur 0 dB.

3 Définition d'une procédure d'essai pour mesurer le niveau de point d'interception de troisième ordre des récepteurs pour les gammes de fréquences de 9 kHz à 30 MHz et de 20 MHz à 3 000 MHz

Pour la mesure du point IP_3 , il convient de choisir les paramètres en ayant à l'esprit l'utilisation typique du récepteur. Des difficultés sont parfois rencontrées lorsqu'il s'agit de comparer des récepteurs dont les champs d'application se chevauchent. L'approche retenue dans la présente Recommandation consiste à tester les récepteurs dans des conditions comparables et:

- il convient de tenir compte des considérations de base formulées au § 2;
 - l'intervalle autorisé du niveau des signaux d'essai à f_1 et f_2 à l'entrée de l'antenne du récepteur de contrôle des émissions va de -30 dBm à 10 dBm;
 - la largeur de bande du filtre FI ou la largeur de bande de résolution pour la mesure peut être choisie par le fabricant mais la valeur choisie doit être réaliste pour le type de récepteur et l'application prévue. La largeur de bande choisie doit être ≤ 5 kHz pour la gamme de fréquences de 9 kHz à 30 MHz et elle doit être ≤ 30 kHz pour la gamme de fréquences de 20 MHz à 3 000 MHz;
 - les récepteurs doivent être testés avec une gamme d'espacements entre les fréquences d'essai. Il convient d'utiliser une liste à croissance harmonique commençant à 1 Hz, puis 3 Hz, 10 Hz, 30 Hz, 100 Hz, 300 Hz, 1 kHz, 3 kHz, etc., jusqu'à 300 MHz. Pour un grand nombre de récepteurs et d'applications, il n'est pas utile de réaliser des mesures sur l'ensemble de la gamme des espacements. On peut choisir d'autres valeurs pour le premier et le dernier espacement de la liste. Il est toutefois nécessaire de réaliser des mesures pour tous les espacements compris entre le premier et le dernier espacement;
 - la tolérance de l'espacement en fréquence doit être $\leq 1\%$;
 - les valeurs mesurées du point IP_3 doivent être présentées dans un seul tableau indiquant les mesures pour la condition 1, la condition 2 et la condition 3, ou dans des tableaux distincts, suivant le nombre de conditions. Pour chaque mesure, le tableau doit indiquer l'espacement en fréquence utilisé, la condition (condition 1, 2 ou 3) dans laquelle la mesure est réalisée et le point IP_3 mesuré;
 - chaque entrée du tableau doit contenir une note si la mesure effectuée représente une condition d'utilisation pratique réelle du récepteur. Des informations complémentaires décrivant les conditions de mesure peuvent être ajoutées en bas du tableau.
-