التوصية ITU-R F.1761

خصائص أنظمة الاتصالات الراديوية الثابتة عالية التردد (HF)

(المسألة ITU-R 158/9)

(2006)

مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية خصائص التردد الراديوي النمطية لأنظمة الاتصالات الراديوية الثابتة في نطاق الترددات 2-30 MHz.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن استعمال الاتصالات الراديوية عالية التردد HF في الخدمة الثابتة والمتنقلة هو قاسم مشترك في تأمين اتصالات راديوية يمكن تشغيلها بينياً ببذل جهود متعددة الجنسيات؛

ب) أن هناك نمطين من فئات الأنظمة التي تندرج ضمن هذا النطاق – أنظمة تكيفية وأخرى غير تكيفية؛

ج) أن بالإمكان في بعض الحالات تحسين كفاءة الطيف المستعمل في نطاقات التردد المتوسط MF والتردد العالي HF التي تتقاسمها الخدمات الثابتة والخدمات المتنقلة بواسطة استعمال أنظمة تتكيف مع التردد؛

د) أن التجارب التي أجريت خلال السنوات العشرين الماضية على الأنظمة المتكيفة مع التردد قد أثبتت جدوى هذه الأنظمة وكفاءة طيفها المحسنة مقارنة بالأنظمة التي يديرها مشغل الاتصالات؛

هـ) أن هذه الكفاءة المحسنة تتحقق من خلال القيام بما يلي:

– تقصير مدة إقامة النداء وتحسين نوعية الإرسال بانتقاء أنسب القنوات المخصصة؛

– تخفيض شغل القنوات مما يسمح لمختلف الشبكات باستعمال نفس القنوات، والعمل أيضاً على تقليل احتمال حدوث تداخل ضار؛

– التقليل إلى أدنى حد من قدرة المرسل اللازمة لكل إرسال؛

– استمرار تحقيق الاستعمال الأمثل من الإرسالات بفضل تطور الأنظمة؛

– تقييد استعمال الترددات آنياً إلى الحد الأدنى اللازم لتلبية متطلبات الاتصال،

وإذ تلاحظ

أ) أن بالإمكان الرجوع إلى التقرير F.2061 الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد (ITU-R) للاطلاع على المزيد من المعلومات عن الخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة الثابتة العالية التردد،

توصي

1 بجواز استعمال الخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة التكيفية والأنظمة غير التكيفية التي يرد وصف لها في الملحق 1، عند الاشتراك في إجراء دراسات عن الأنظمة العاملة ضمن نطاقات تتراوح بين 2 و30 MHz.

الملحق 1

خصائص أنظمة الاتصالات الراديوية الثابتة عالية التردد (HF)

1 مقدمة

لأنظمة التردد العالي ملامح معينة تجعلها حلاً مستداماً يلبي الكثير من متطلبات الاتصالات. فهي توفر وسائل اتصالات متعددة الجوانب لطائفة واسعة من المستعملين، كما يمكن نقل تجهيزاتها الموثوقة والرخيصة بسهولة إلى مناطق نائية غير مكتظة بالسكان.

2 الأنظمة غير التكيفية

الأنظمة الثابتة عالية التردد وغير التكيفية هي أنظمة راديوية تقليدية تحتاج إلى مشغل راديوي لإنشاء الترددات يدوياً. ويجب أن يضبط المشغل معلمات النظام لتحقيق أقصى حد من الأداء عن طريق مراقبة ظروف الغلاف الأيوني (الأيونوسفير) وتتبع النظام ومراقبة ظروف الانتشار المتغيرة، وانتقاء ظروف التشغيل (أي، الترددات في المقام الأول) التي تمكّن الإشارة من الانتشار على أفضل وجه.

وبيئة الانتشار العالي التردد متباينة جداً ويتعذر التكهن بها للغاية في الأجل القصير. فالانتشار في هذا النطاق هو أساساً بأسلوب الموجة الأيونوسفيرية، حيث يستفيد من انكسار الموجات الراديوية الواردة من الأيونوسفير، أو يكون في بعض الحالات بأسلوب الموجة السطحية.

3 الأنظمة التكيفية

النظام التكيفي المتوسط التردد/العالي التردد هو عبارة عن نظام يقوم أوتوماتياً (أي، دون حاجة إلى تدخل مشغل راديوي) بأداء وظائف إنشاء وصلات اتصالات راديوية وتبادل المعلومات بطريقة تتواءم مع التغييرات والاحتمالات العالية للتداخلات الملازمة لانتشار نطاقات التردد المتوسط (MF)/التردد العالي (HF) عبر الأيونوسفير. وإضافة إلى ذلك، بإمكان الأنظمة التكيفية أن تقوم على نحو أكثر فعالية من أنظمة كثيرة غير تكيفية قيد التشغيل حالياً بمراقبة شغل الطيف بطريقة منتظمة، وبانتقاء ترددات التشغيل بغية تجنب إحداث تداخلات لمستعملين آخرين.

4 الخصائص التقنية

يتضمن الشكل 1 والجداول من 1 إلى 4 الخصائص التقنية للأنظمة التمثيلية. وهذه المعلومات كافية لإجراء حساب عام لتقييم مدى التوافق بين هذه الأنظمة والأنظمة العاملة في خدمات أخرى. وترد في التوصيتين F.339 وF.240 الصادرتين عن قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد (ITU-R) *نسبة الإشارة إلى الضوضاء (S/N)* ومعايير الحماية اللازمة، وينبغي أن تُستعمل في الدراسات المتعلقة بتقييم مدى التوافق بين الأنظمة التكيفية وغيرها من الأنظمة.

ويبين الشكل 1 متطلبات نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) اللازمة لتحقيق نسبة خطأ في البتات قدرها 10^{-4} داخل قناة خبو ضمن مجال من معدلات المعطيات المستعملة حالياً في خدمات معطيات عالية التردد. وهذه القيم مستنبطة من قياسات مأخوذة من مودمات بنغمات متسلسلة، والغرض منها تمثيل الأداء "النمطي" بالأحرى لا تمثيل أفضل أداء متيسر.

ويمكن استعمال الشكل 1 لتحديد معايير الحماية في مختلف الخدمات كالآتي:

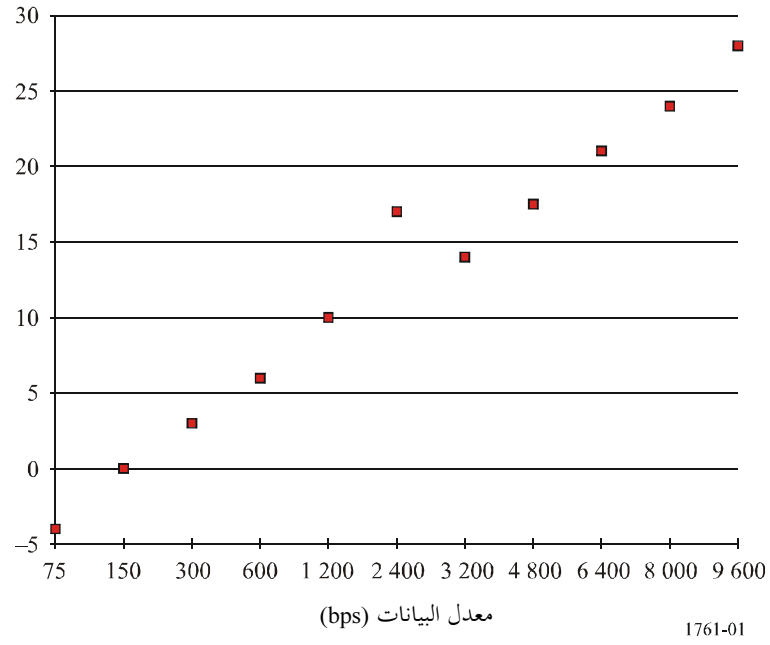
- تطرح تكنولوجيا الصوت الرقمي (مثل مشفر الصوت التنبؤي الخطي بإثارة مختلطة (MELP)) علاقة في نوعية الصوت مقابل معدل البيانات. وتوفر الأنظمة الصوتية المصممة وفقاً لآخر ما تم التوصل إليه في مجال التكنولوجيا نوعية صوت ممتازة عندما تعمل بمعدل 2400 bit/s، بيد أن بإمكانها أن تعمل بنوعية صوت مخفضة بمعدل 1200 و600 bit/s أيضاً.

– تعمل عموماً إذاعات البيانات بمعدل بيانات ثابت (كمعدل 600 bit/s على سبيل المثال).

– يعمل تشغيل بروتوكول الإنترنت عبر الترددات العالية بمعدل بيانات ثابت في بعض الشبكات (كمعدل 6400 أو 8000 bit/s مثلاً)، بينما تعمل باستمرار الشبكات الكاملة التكيف على ضبط معدلات البيانات استجابة للظروف الآنية للقناة، وينبغي في الحالة الآخيرة نبذ قسم من الحركة عندما يُحدِث التداخل انخفاضاً في معدل البيانات، مما يؤدي إلى فيض الذاكرة.

الشكل 1

مثال على نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) في قناة خبو بنسبة خطأ في البتات (BER) قدرها 1×10^{-4} *، **
النسبة SNR (dB) مقابل معدل البيانات (bit/s)



* مساران مستقلان للخبو في قناة رايلي بمتوسط قدرة متكافئة، مع مهلة تأخير ثابتة قدرها 2 ms بين المسارين وخبو بمقدار 1 Hz.

** تُعطى التكنولوجيا الخاصة بمعدلات البيانات بمقدار 2 400 bit/s وأدنى تاريخاً يسبق التكنولوجيا الخاصة بمعدلات بيانات أعلى من ذلك.

الجدول 1

مثال على الخصائص التقنية للأنظمة الثابتة
في نطاق الترددات 2-30 MHz

نطاق التردد (MHz)	2-30
نمط الإرسال	تماثلي/رقمي
النظام	
عرض نطاق القناة (kHz)	2-6
نمط التشكيل	موجة حاملة ومهاتفة وإبراق مكبوت أحادي القناة
نمط التشغيل	مفرد/مشترك
نمط الانتشار	شبكة بتشكيلة نجمة
معدلات البيانات النموذجية	2,4-9,6 kbit/s
الإشارة والضوضاء والتشوه النمطي	12 dB (صوت فقط)
المرسل	
قدرة Tx (dBW)	22
طول المسار (km)	2400
كسب الهوائي (dBi)	6
ارتفاع الهوائي (m) (بالنسبة إلى مستوى الأرض)	10-60
مخطط الإشعاع	شامل الاتجاهات/اتجاهي
استقطاب الهوائي	رأسي/أفقي
الخسارة الكلية (dB)	1
المستقبل	
عرض نطاق المرشاح المتوسط التردد (kHz)	3-7
الحساسية (dBm)	112-
كسب الهوائي (dBd)	6
مخطط الهوائي	شامل الاتجاهات/اتجاهي (بفتحة حزمة قدرها 30°)

الجدول 2

(نطاق جانبي أحادي صوتي) تماثلي

خرج سمعي للنسبة *S/N* **(dB)**	**ضوضاء غوسية بيضاء مضافة (dB) (AWGN)**	**الخبو (dB)**
6	48	48
15	57	62
33	65	73

ملاحظة – تمثل الأرقام الواردة في عمودي الضوضاء AWGN والخبو من هذا الجدول نسبة قدرة غلاف ذروة الإشارة إلى متوسط قدرة الضوضاء في عرض نطاق قدره 1 Hz.

الجدول 3

(بيانات) رقمية

التشكيل	قناة بضوضاء غوسية بيضاء مضافة (dB) (AWGN)	الخبو (dB)
تشكيل اتساع رباعي (QAM)– 64	21	30
إبراق بزحزحة الطور (PSK)– 8	13	20

ملاحظة – قدرة الموجة الحاملة إلى متوسط قدرة الضوضاء في عرض نطاق قدره 3 kHz لاحتمال حدوث خطأ في البتات بمقدار $1,0 \times 10^{-4}$ في ظروف قناة مستقرة بدون خبو وبضوضاء غوسية بيضاء مضافة (AWGN).

الجدول 4

مثال على الخصائص التقنية للأنظمة التكيفية الثابتة في نطاق الترددات 2-30 MHz

المعلمة			
أسلوب التشغيل	موجة أيونوسفيرية (رأسية تقريبا) (NVIS)	موجة أرضية	موجة أيونوسفيرية (مائلة)
نطاق التردد (MHz)	10-2	30-3	30-3
عرض النطاق اللازم (kHz)[1]	3	3	3
قدرة المرسل (dBW)	26-10	26-0	40-10
مهلة تأخير زمن شروع الإرسال (ms)[2]	25	25	25
مهلة تأخير زمن تحرير الإرسال (ms)[3]	10	10	10
مهلة تأخير زمن شروع التحكم الأوتوماتي في كسب هوائي (AGC) الاستقبال (ms)	30	30	30
بيانات الصوت	10	10	10
مهلة تأخير زمن تحرير التحكم الأوتوماتي في كسب هوائي (AGC) الاستقبال (ms)	1 200-900	1 200-900	1 200-900
بيانات الصوت	35	35	35
نسبة الإشارة إلى الضوضاء (dB)			
بيانات عالية السرعة	24	18	24
صوت تماثلي	21	15	21
صوت رقمي	8	3	8
كسب هوائي الإرسال (dBi)	6-0	3-0	15-6
الحد الأقصى للقدرة المشعة المكافئة المتناحية (dBW)	32-10	29-0	55-16
استقطاب الهوائي	أفقي	رأسي	رأسي/أفقي

---

1 يمكن أن يوفر تقسيم القنوات إلى نطاقات فرعية عرض نطاق قدره 12 kHz.

2 مهلة تأخير زمن الشروع. الفاصل الزمني من لحظة فتح المرسل لحين بلوغ قيمة اتساع إشارة التردد الراديوي المُرسلة زيادة أكبر من قيمة هذا الاتساع في الحالة المستقرة بنسبة 90%. ولا تشمل هذه المهلة الوقت اللازم لتوليف الهوائي أوتوماتيا.

3 مهلة تأخير زمن التحرير. الفاصل الزمني من لحظة إغلاق المرسل لحين بلوغ قيمة اتساع إشارة التردد الراديوي المُرسلة انخفاضاً أدنى من قيمة هذا الاتساع في الحالة المستقرة بنسبة 10%.