

## التقرير ITU-R F.2062

## أنظمة الاتصالات الراديوية الرقمية عالية التردد المحسنة التي يمكنها تقديم تطبيقات محسنة

(2005)

### 1 المقدمة

للاتصالات الراديوية الرقمية في نطاق الموجات الديكامترية (HF) سمات محددة تجعل من نطاق الموجات الديكامترية (HF) حلاً مناسباً للكثير من المتطلبات. وهناك ثلاثة تطبيقات رقمية تعتبر نموذجية بالنسبة للأنظمة الرقمية HF؛ تبادل الرسائل، ويعرف أيضاً بالبريد الإلكتروني وتطبيقات الإنترنت التفاعلية ونقل الملفات الكبيرة. كما تستخدم أجهزة الراديو المحددة بالبرمجيات في إرسال البيانات عبر تطبيقات لأنظمة HF محسنة.

في حالة حدوث إخفاق في تشغيل الاتصالات العادية أو زيادة في حملتها نتيجة لحوادث طبيعية (كالزلازل) وحالات الطوارئ الأخرى، يمكن إقامة هذه الأنظمة الرقمية HF التي تستعمل محطات ثابتة وقابلة للنقل ومتنقلة خلال فترة زمنية قصيرة جداً لتوفير وصلات لحالات الطوارئ وذلك في المرحلة الأولى من الإنذار بهذه الحالات أو خلال تنسيق عمليات الإغاثة.

### 2 البريد الإلكتروني

توفر أنظمة وشبكات البريد الإلكتروني HF وسيلة متعددة الاستخدامات إلى حد كبير من الاتصالات الراديوية لقاعدة عريضة من المستخدمين المشاركين في حماية العامة والجهود الإنسانية. كما يمكن لهذه الأنظمة أن توفر أجهزة اتصالات رخيصة ويعول عليها للمناطق النائية والقليلة السكان.

#### 1.2 الخصائص التشغيلية

بالإضافة إلى السمات البارزة لأنظمة الموجات الديكامترية (HF)، تتسم أنظمة البريد الإلكتروني بما يلي:

- سهولة الاستعمال: يمكن بجهاز حاسوب محمول وجهاز إرسال واستقبال راديوي HF يستخدم تقنيات تكيفية أن نقل من الحاجة إلى عامل راديو مدرب. فبمجرد تشكيل الجهاز، يمكن لأي شخص حتى ولو كان غير فني أن يرسل الرسائل الإلكترونية دون الحاجة إلى مساعدة من عامل راديو مدرب.
- مرنة: حيث يمكن لنظام بريد إلكتروني HF أن يوفر توصيل بريد إلكتروني عبر الإنترنت جيد ويعول عليه بحيث يفي بمتطلبات الاتصالات الحديثة.

وتعمل أنظمة البريد الإلكتروني عادةً بأسلوب خزن وأرسل؛ بمعنى، أنه يتوقع أن يقوم النظام في كل الأحوال بتوصيل الرسائل، على ألا يتوقع المستعملون التوصيل اللحظي لهذه الرسائل. وإمكانية خزن وأرسل تلك التي يتسم بها البريد الإلكتروني تجعله مناسباً على نحو خاص للاستعمال عبر الراديو عالي التردد HF نظراً لحالات الانقطاع العرضية التي تحدث في الوصلة نتيجة للتغيرات الأيونوسفيرية.

## 2.2 الوصف العام

الآتي بعد يصف تشكيلة شائعة لنظام بريد إلكتروني HF. ونقطة الدخول الرئيسية (الشكل 1) عبارة عن بوابة للإنترنت (قد يتم التوصيل بالإنترنت بوسائل مختلفة، بدءاً من شبكة محلية ووصولاً إلى المراقبة عبر خط مشترك كبلبي أو ساتلي أو رقمي). ويمكن أن يمثل الموقع البعيد (الشكل 2) نسخة مطابقة لنقطة الدخول الأرضي، باستثناء عدم وجود توصيل بالإنترنت.

الشكل 1

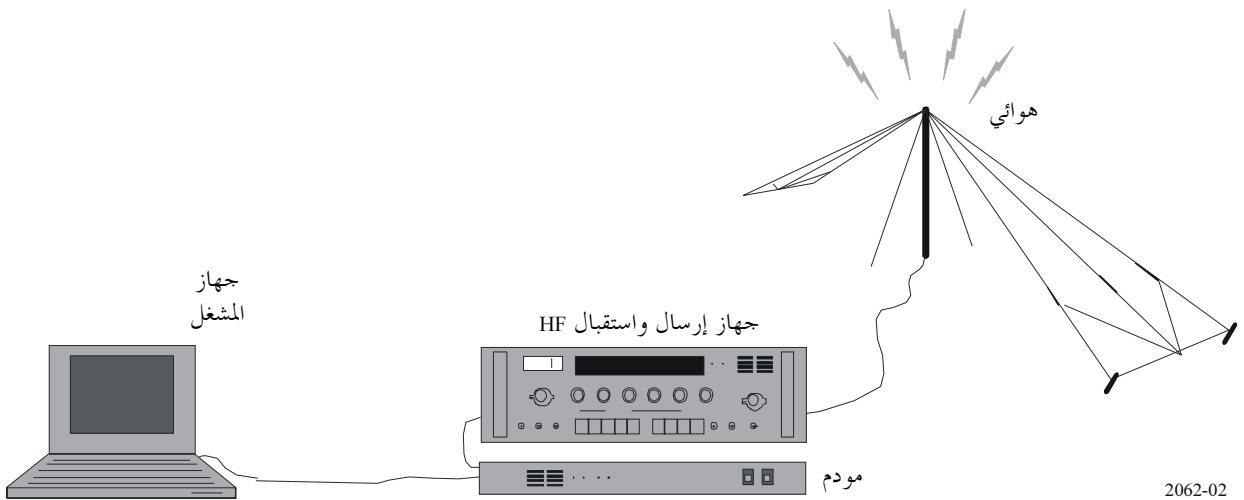
### تشكيلة البوابة



وتتمثل الوظيفة الرئيسية للبوابة في أنها عبارة عن توصيلية مباشرة بالإنترنت وتعمل كجسر بين الشبكة السلكية والشبكة اللاسلكية. وباستثناء هذا، يمكن أن يكون لكل من موقع الدخول الأرضي والموقع البعيد نفس المكونات.

الشكل 2

### تشكيلة الموقع البعيد



توفر شبكات البريد الإلكتروني HF عادةً عدداً كبيراً من نقاط الدخل الأرضية عبر منطقة بأكملها أو حتى حول العالم. وتوصل جميع نقاط الدخل الأرضية تلك بينياً عبر الإنترنت. بمخدمات بريد مركزية. ويقوم المستعملون البعيدون وصلة HF مع أي نقطة دخل مناسبة لإرسال واستقبال رسائلهم. وتستخدم أنظمة البريد الإلكتروني HF عادةً بروتوكولات متخصصة عبر الهواء.

### 3 تطبيقات الإنترنت والإنترنت التفاعلية

على النقيض من البريد الإلكتروني، تعتبر تطبيقات الإنترنت والإنترنت الأخرى تفاعلية: حيث ينتظر المستعملون رداً سريعاً على مدخلاتهم (باستعمال لوحة المفاتيح أو بالنقر بالفأرة). وتحتوي هذه التطبيقات على استكشاف مواقع الويب والدخول من بعد والتراسل اللحظي (يطلق عليه في بعض الأوقات "دردشة HF").

#### 1.3 الخصائص التشغيلية

تختلف بروتوكولات السطوح البينية المستعملة ومعماريات الشبكات التي تدعم تطبيقات الإنترنت. ففي بعض الحالات، يوفر نظام الموجات الديكامترية (HF) قفزة أخيرة لا سلكية من الإنترنت السلكي إلى مستعملين بعيدين ثابتين أو متنقلين. وفي حالات أخرى، تنفذ شبكات HF متعددة العقد شبكات محلية أو واسعة لا سلكية (WLAN و HF-WAN) توصل بالإنترنت السلكي في بعض الأوقات من خلال مسير (مسيرات)، وقد تكون شبكات قائمة بذاتها.

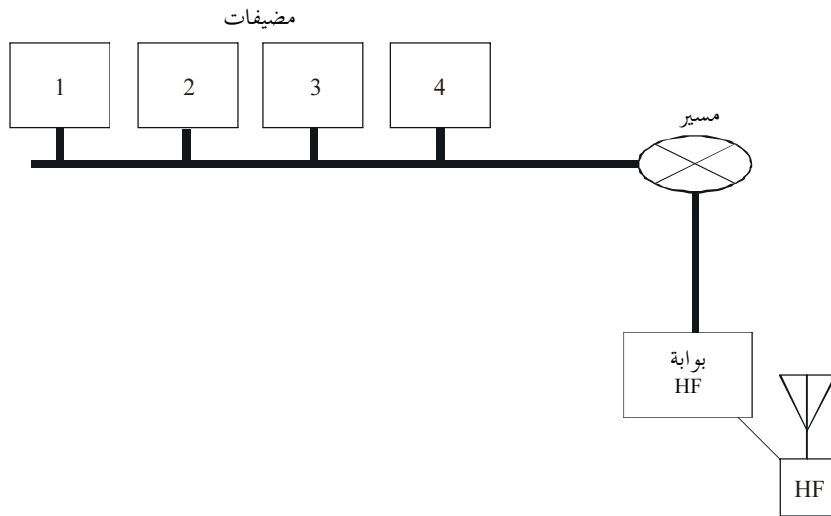
ويستخدم الراديو عالي التردد HF بشكل واسع لتوسيع نطاق الاتصالات اللاسلكية لأبعد من مدى خط البصر. وعلى الرغم من هذه التغطية طويلة المدى، فقد يحتاج الأمر في بعض الأوقات إلى تسير غير مباشر حتى في الشبكات HF. وعلاوة على ذلك، يمكن تزويد الراديو HF بشبكات فرعية سلكية متصلة بينياً في تطبيقات الطوارئ المختلفة.

#### 2.3 الوصف العام

يوضح الشكل 3 شبكة LAN وطنية ومسير وعقدة HF.

الشكل 3

#### شبكة LAN وطنية عالية التردد

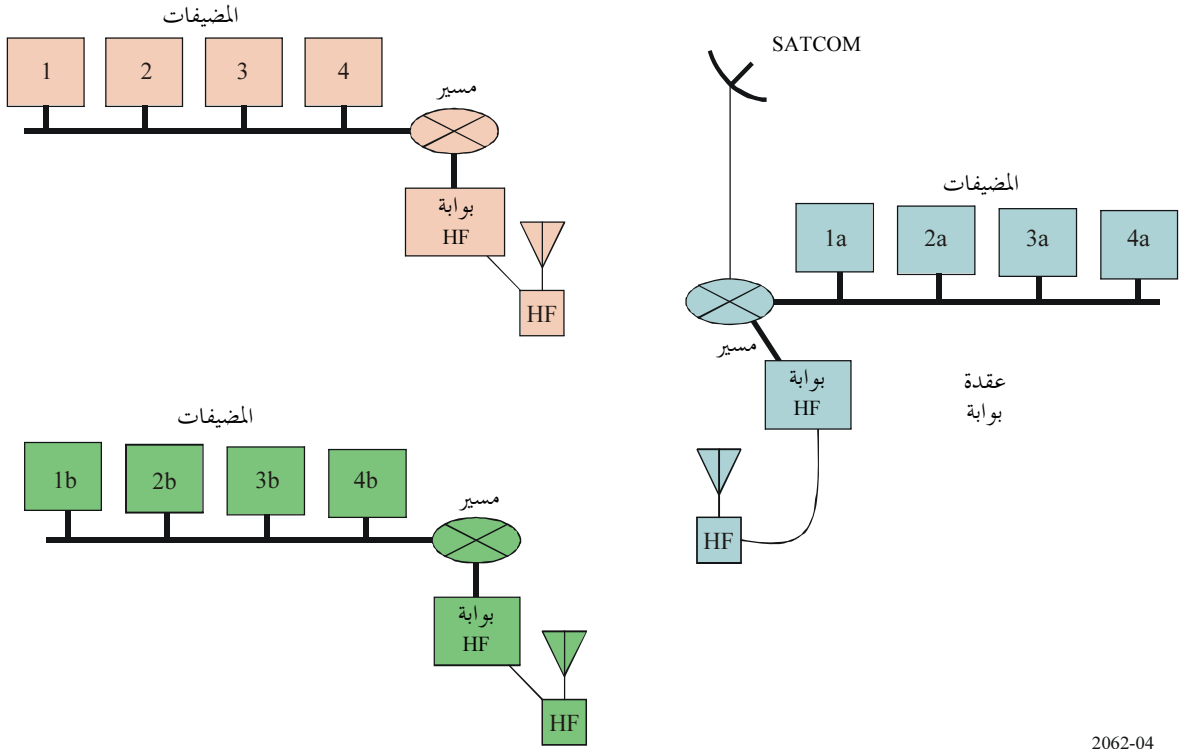


2062-03

ويبين الشكل 4 ثلاث عقد متصلة بينياً من خلال جهاز راديو HF مكونة شبكة WAN عالية التردد. وقد تمت إقامة شبكات فرعية قائمة على بروتوكول الإنترنت عند كل عقدة. ويمكن تخصيص عناوين الشبكات الفرعية لكل منها بشكل مستقل ولا يوجد ضمان بوجود سابقة مشتركة بين هذه العناوين. ويلاحظ أن العقدة ذات 6.x شبكة فرعية لها توصيل ساتلي (SATCOM) بشبكة الإنترنت؛ وعنوان بروتوكول الإنترنت لمنفذ المسير في الشبكة الفرعية SATCOM هو 12.23.

الشكل 4

شبكة WAN وطنية عالية التردد



2062-04

4 نقل الملفات

نتيجة لعرض النطاق المحدود للوصلات الراديوية HF، هناك قيود تشغيلية يجب مراعاتها عند القيام بعمليات نقل للملفات والتي تشغل الوصلة لفترات ممتدة. حيث ترسل الملفات التي تقدر سعتها بمئات من الكيلوبايتات عبر الموجات الديكامترية HF بسهولة وباستمرار، ولكن الملفات ذات السعات التي تقدر بالعديد من الميغابايتات فإنها نادراً ما ترسل عبر الموجات الديكامترية HF بسبب قيود عرض النطاق.

1.4 الخصائص التشغيلية

كما هو الحال في أي جزء آخر من الإنترنت، فإن الآلية الأكثر شيوعاً المستعملة في نقل الملفات (ذات السعات التي تقدر بمئات من الكيلوبايتات) عبر جهاز راديو HF تتم بإرفاقها برسائل البريد الإلكتروني. كما تقوم بعض التطبيقات بتبادل الملفات الكبيرة مباشرة عبر الوصلات HF؛ وتحتوي هذه التطبيقات على تصور قريب من الوقت الفعلي وتحديثات لقاعدة البيانات.

## 2.4 الوصف العام

يتطلب نقل الملفات (ذات السعات التي تقدر بمئات الكيلوبايتات) أعلى صبيب ممكن، حيث تستخدم عادة مودمات بيانات HF عالية السرعة.

- تختار الشبكات غير التكيفية على الأغلب معدل بيانات ثابت يمكن دعمه خلال اليوم بأكمله بدون تعديلات. ويبلغ هذا المعدل 6 400 bit/s لكل قناة 3 kHz في تطبيقات الموجات الأرضية. وعند استعمال أجهزة راديوية ثنائية بنطاقات جانبية مستقلة، يصبح هذا المعدل 12 800 bit/s في القناة 6 kHz الناتجة.
- وفي المقابل تقوم الأنظمة التكيفية بالضبط المستمر لمعدل بيانات القناة بحيث يتواءم مع سعة القناة. وبالنسبة لقنوات الموجات الأيونوسفيرية طويلة المدى، يتراوح معدل البيانات المتحقق في قناة 3 kHz من 2 400 إلى 4 800 bit/s. وفي القنوات الأقل استخداماً، تستعمل معدلات بيانات تصل إلى 9 600 bit/s لكل قناة 3 kHz.

## 5 الصوت الرقمي

توفر تكنولوجيا الصوت الرقمي سمتين رئيسيتين: وضوح أكبر مقارنة بالصوت التماثلي في وجود انقطاعات متوسطة في القناة، والقدرة على تخفيف قطارات الصوت لأغراض الخصوصية.

### 1.5 الخصائص التشغيلية

يختلف الصوت الرقمي عن تطبيقات البيانات التي تم تناولها في الفقرات السابقة من حيث أنه يتحمل الخطأ وإن كان لا يتحمل التأخير. ولذلك لا تصحح الأخطاء من خلال إعادة الإرسال ولكن من خلال استخدام تشفير جيد للتصحيح الأممي للأخطاء.

## 2.5 الوصف العام

توفر تكنولوجيا الصوت الرقمي، كالتنبؤ الخطي بإشارات متعددة على سبيل المثال، توازناً في جودة الصوت إزاء معدل البيانات. وتقدم أنظمة الصوت الحديثة جودة صوت ممتازة عندما تعمل على معدل بيانات يبلغ 2 400 bps، وإن كان يمكنها أن تعمل بمعدلات تصل إلى 1 200 بل 600 bit/s ولكن مع جودة صوت أقل.

## 6 أجهزة الراديو المحددة بالبرمجيات

إن تحول بروتوكولات السطح البيئي عن الطبقة المادية نحو طبقتي النقل والدورة، أثبت أنه اتجاه متمم نحو التسطیح البيئي مع وظائف الشبكة ووصلة البيانات والطبقة المادية لأجهزة الراديو المحددة بالبرمجيات (SDRs). وفي الحقيقة، تخطط المودمات HF عالية السرعة وغيرها من أجهزة الطبقتين المادية/وصلة البيانات باعتبارها قدرات لبعض أجهزة SDRs في المستقبل.

ولإدارة الفعالة لتصميم استراتيجية للتحويل، يفضل مراعاة متطلبات التصميم بصورة جيدة بالنسبة لبيئة مفتوحة المعايير بحيث تلائم الأجهزة SDR. وينبغي للتصميم أن يضمن تعظيم المستوى المناسب للإمكانية بالنسبة للمستعمل أثناء ترابيات إنشاء نشاط لطبقة الوصلة وقرارات الشبكة.

### 1.6 الخصائص التشغيلية

عند التخلص من حركة رزمة بيانات بين منشآت شبكة LAN وشبكة WLAN، تعمل تجهيزات SDR كجزء في جهاز نقل فعال، وإن كان مع تفاعل نذير أو بدون تفاعل بالمرّة في طبقة الدورة أو طبقة العرض ضماناً للتحكم في التدفق وترابط العنوان IT.

## 2.6 الوصف العام

تنفذ طريقة الصناعة لتطوير تطبيقات بأشكال موجات HF محسنة عادةً باستخدام ترقيات لعتاد أو برمجيات المودم تكون متاحة للمستخدمين التقليديين. ويمكن للتغييرات في برمجيات الأجهزة SDR أن توفر مثل هذه الترقيات لأشكال الموجات.

ويقوم بعض مطوري أجهزة SDR بتقييس السطوح البينية لبرنامج التطبيق المستنبطة خلال إنتاج مجموعات العتاد وخلال تطوير تطبيقات الموجات. والهدف الأساسي من وراء هذا التقييس هو استمثال إمكانية الحمل وإمكانية الاستمرار لتطبيق ما من تطبيقات الموجات عبر مجموعات متنوعة من الأجهزة SDR. ولتحقيق هذا الهدف، يجب فصل الجانب الوظيفي للموجة عن الخدمات غير الموجية الشائعة. وينبغي أن يركز تطبيق الموجة على الحاجات الخاصة بالموجة وينبغي أن توفر تطبيقات الخدمة بنية أساسية برمجية تقوم باستخلاص وظيفة البرمجيات والعتاد الأساسية لمجموعة SDR. وفي حال تم الحفاظ على هذا الفصل، يمكن لمطور تطبيق الموجة أن يستعمل سطوحاً بينية محددة سلفاً للنفاذ إلى وظيفة أي جهاز SDR. ونظراً لأن الخدمات التي يحتاج إليها تطبيق الموجة تنفذ على مجموعة أجهزة SDR، فإن إمكانية الحمل بالنسبة لتطبيق الموجة تكون أكبر.

---