تقييم جودة الخدمة لنظام الإرسال الفيديوي عبر الساتل ذو القناة الراجعة DVB-RCS عند ربطه بالشبكات اللاسلكية

د. عادل خضور علي*

الملخص

هدف هذا البحث إلى دراسة توصيل شبكات السواتل المستخدمة للإرسال التلفزيوني المزودة بقناة اتصال راجعة بالاتجاه المعاكس وتكاملها مع الشبكات اللاسلكية، أو شبكات الـ WiMAX، وطرائق تحسين جودة الخدمة في هذا النوع من الشبكات عند انتقالها إلى البروتوكول IP6، واستخدامها في هيكلية وظيفية مناسبة لجودة الخدمة QoS .

أجريت محاكاة للشبكة النهائية وقيّمت البنية الوظيفية لمحدد جودة الخدمة QoS ونوقشت النتائج والتوصيات لعدة أنواع من ترامیز الصوت الشائعة، وقد دلت النتائج التي حصلنا عليها على جدوى عملية ربط الشيكات الأرضية مع نظم السواتل، وفعالية الهيكلية المستخدمة في هذه النظم لتحقيق جودة الخدمة المطلوبة .

الكلمات المفتاحية: الإرسال الفيديوي عبر الساتل ذو القناة الراجعة، الشبكات اللاسلكية، النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن – متعدد الترددات، الشريحة الزمنية، محاكي الشبكات NS2، الاطار الفائق.

* دكتور، قسم هندسة الالكترونيات والاتصالات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة دمشق.

Estimating QoS for Digital Video Broadcasting-Return Channel via Satellite (DVB-RCS) System connected to Wireless Network

Dr. Adel Khadour Ali*

Abstract

In this research connecting and integration of satellite networks used for digital video broadcasting provided with return channel for a wireless or WiMAX network were studded, including the ways to improve the quality of service in this kind of networks when it migrates to the Protocol IP6, and using the suitable structural and functional for the quality of service (QoS).Was conducted to simulate the final of the network and assess the functional structure of a specified quality of service (QoS) and discuss the findings and recommendations of several types of common voice codes. The results we have obtained show the feasibility of linking ground networks with the satellite systems, and the structural effectively used in these systems to achieve the required quality of service.

Keywords: DVB-RCS; QoS; Wireless network; MF-TDMA; Time slot; NS2; super frame

* **Electronic and Communication Department - Faculty of Mechanical and Electrical Engineering - Damascus University.**

المقدمة:

تطورت الاتصالات باستخدام التوابع الصنعية في المدة الأخيرة بشكل كبير ومتلاحق بحيث وفرت قنوات اتصال عريضة المجال ومن ثمّ سرعة إرسال بيانات عالية. وقد اعتمد معهد معايير الاتصالات الأوربي في المدة الأخيرة المعيار DBS(Digital Video Broadcasting via Satellite [1,2]، والمعيار DVBRCS (Digital Video Broadcasting and Channel via Satellite [3,4] اذ أصبحت قناة الاتصال باستخدام التوابع الصناعية في هذه الحالة بكلا الاتجاهين، تتطور البحوث حالياً من أجل تعريف بنية شبكات توابع صنعية وتوصيفها تعمل بالبروتوكول IPv6، لتستطيع استخدام النظم السابقة [12]، وبالأخص شبكاتDVB-S/DVBRCS [13-5] كما توجد محاولات جادة لمكاملة هذه الشبكات مع شبكات الاتصالات الأرضية السلكية أو اللاسلكية، مثل شبكات (WiFi and WiMAX) لجعل هذه الشبكات أكثر مرونة وقدرة على تحقيق جودة خدمة يمكن التحكم بها حسب الحاجة. وذلك كمدخل لشبكات الجيل التالي.

يجب على هذه الشبكات أن تأخذ بالحسبان حركية الطرفيات، وجعل عملية تكامل شبكات الاتصال عبر التوابع الصنعية والشبكات الأرضية غير ظاهرة للمستخدم أي سيتصل المستخدم مع محطات قاعدة WiFi/WiMAX الأرضية في حين تتصل هذه المحطات مع بعضها عبر نظام DVB-RCS باستخدام القناة الراجعة (RCS) في طرفية نظام التوابع الصنعية، في هذه الحالة تستخدم نظم WiFi/WiMAX كحلقة محلية لاسلكية متكاملة مع شبكات التوابع الصنعية.

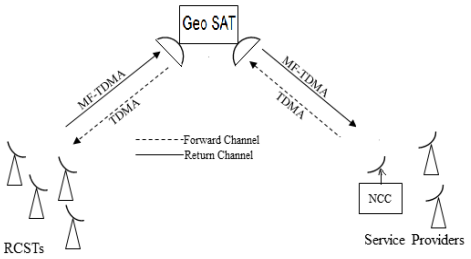
درس في هذا البحث توصيل شبكات التوابع الصنعية الحالية (والمستقبلية) وتكاملها مع الشبكات الأرضية وطرائق تحسين جودة الخدمة في هذا النوع من الشبكات عند انتقالها إلى البروتوكول IP6 بحيث تستخدم هيكلية وظيفية مناسبة لجودة الخدمة QoS، مثل الملقمات الوكيلة، أو بروتوكول SIP والتحكم بها بشكل ديناميكي لإنقاص التأخير، أو تباين هذا التأخير (الرجفان) (Jitter)، أو أي محدد آخر لتقييم جودة الخدمة، والتأكد عند ذلك من استخدام معظم إمكانيات الشبكة.

أجريت أيضا المحاكاة النهائية لشبكة اتصالات لاسلكية متصلة مع نظام الارسال الفيديوي بالقناة الراجعة DVB-RCS (DVB-Return Channel via Satellite) وقيّمت البنية الوظيفية لمحدد جودة الخدمة QoS، ونوقشت النتائج والتوصيات التي تؤكد جدوى عملية الربط واستخدام هذه البنية لمحدد QoS، في هذه الحالة يستخدم المشترك الشبكة اللاسلكية كحلقة محلية لاسلكية متكاملة مع شبكات التوابع الصنعية.

قناة الارسال التلفزيوني الرقمي – مع القناة الراجعة عبر الاقمار الصناعية:

ما دمنا نستطيع تغليف بيانات الانترنت على شكل رزم وإرسالها عن طريق بروتوكول MPEG-2 ومحاولة إرسالها عبر الأقمار الصناعية ضمن النظام DVB-S2 سيكون النقل والاستقبال باتجاه واحد من خلال هذا البث المرئي الرقمي العريض المجال عبر الأقمار الصناعية، وقد جرت العادة سابقاً باستخدام وصلة الهاتف الارضي لتحقيق الاتصال بالإنترنت بين المشترك ومقدم خدمة الانترنت في الاتجاه المعاكس، وعندما ظهرت الحاجة الشديدة لتقويم جودة الخدمة للبث الرقمي للمرئيات، أضيف ما يسمى القناة الراجعة عبر الأقمار الصناعية من قبل المجموعة التقنية لمشروع أرسال الفيديو الرقمي DVB وسميّت الارسال التلفزيوني الرقمي– مع القناة الراجعة عبر الأقمار الصناعية DVB-RCS (DVB-Return Channel via Satellite) . اذ يتطلب تبادل المعلومات بالاتجاهين وجود مسارين للإرسال: قناة المسار الأمامي

من موزع مركزي إلى طرفية المستخدم، والقناة الراجعة العكسية من طرفية المستخدم إلى المجمع المركزي (التابع الصنعي). تستند القناة الأمامية الى بيانات مشكلة وفق البروتوكول DVB/MPEG-2 يمكن أن تصل سرعة البيانات فيها حتى 45Mbps، لكن في القناة الراجعة تصل سرعة البيانات إلى 2Mbps فقط وهي تستخدم النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن مع تعدد الترددات Multiple Frequency Time Division Multiple Access (MF-TDMA). تتضمن الطبقة الفيزيائية لنظام DVB-RCS مواصفات الشرائح والاطارات الزمنية وترتيبها في اطارات كبيرة super-frames. وتقدم القناة الراجعة جدولة ديناميكية أقل ازدحاماً من حيث عرض المجال الترددي باستخدام وصلة التابع الصنعي إلى محطة التوزيع. يمكن أن يكون لحواسيب المستخدمين خلف طرفية RCS إما عناوين IP عامة public IP addresses معروفة من قبل شبكة الانترنت، أو عناوين IP خاصة تستخدم فقط ضمن شبكة التابع الصنعي نفسه.



الشكل (1) بنية نظام الارسال التلفزيوني الرقمي– مع القناة الراجعة عبر الأقمار الصناعية DVB-RCS

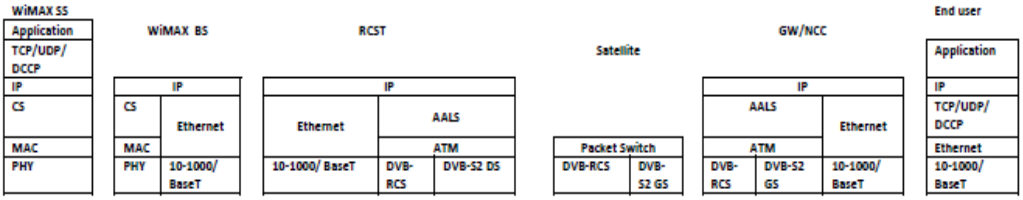
بنية الشبكة المفترضة:

تتألف شبكات التوابع الصناعية من هذا النوع من العناصر الثلاثة الآتية [19–18] (الشكل 1):

1–تابع صنعي متزامن GeoSAT يعمل على الترددات في المجال Ka للاتصال بين المحطة الأرضية والتابع الصنعي.

2–طرفيات المستخدمين التي تستخدم القناة الراجعة RCST من المحطات الأرضية إلى التابع

3–مركز التحكم بالشبكة Network Control Centre (NCC) الذي يقوم بتنسيق العمل بين طرفيات المستخدمين ومقدمي الخدمة، وهو مسؤول عن توزيع الموارد المتوافرة على طرفيات المستخدمين النشطة.



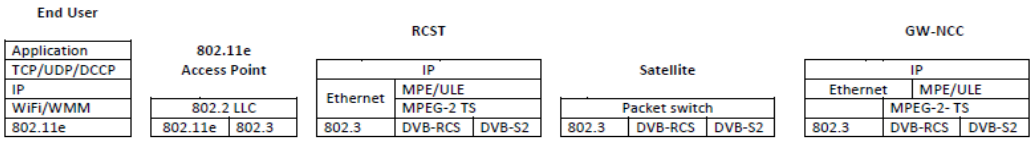
الشكل (2) الربط البنيوي بين البروتوكولات في حالة مكاملة نظام WiFi أو WMM مع نظام DVB–RCS

يمكن استنتاج بنية الشبكة الكلية الناتجة من مكاملة هذه الشبكات مع شبكات الاتصالات الأرضية السلكية أو اللاسلكية مثل شبكات (WiFi and WiMAX)، انطلاقاً من الموديل المرجعي لنقطة النفاذ إلى الخدمة المستقلة عن التابع الصناعي المقترحة من معهد معايير الاتصالات الأوروبي ETSI Satellite-Independent Service Access Point (SI-SAP) المقترحة لنظم التوابع الصنعية المبنية على برتوكول الانترنت IP . فإذا أخذنا على سبيل المثال الربط مع الشبكة اللاسلكية Wi-Fi فإن هذه البنية ستأخذ الشكل المبيّن في الشكل (2) [14]،

وهنا ينبغي لمحطات خدمة الـ WiFi (نقاط الوصول والطرفيات النهائية) أن تدعم بعض الوظائف لتقييم الجودة

QoS عند طبقة التحكم بالنفاذ للوسط (MAC)، وذلك حتى تدعم العديد من مستويات الخدمة. وهذا حال العديد من منتجات الـ WiFi المتوفرة في السوق التي تحمل علامة الوسائط المتعددة باستخدام الشبكة اللاسلكية WiFi Multimedia(MWW).

من جهة أخرى يختلف الربط لنظام الـ WiMAX مع النظام DVB-RCS قليلاً، اذ تمتلك محطة القاعدة لنظام الـ WiMAX واجهتي ربط، الأولى تتصل مع الطرفية RCST التي ستقوم بدور الربط بين النظام والمستخدمين الخارجيين وتقديم خدمات بالاتجاهين عبر شبكة التوابع الصناعية، ويمكن أيضاً أن تعمل كواجهة ربط بين DVB-RCS وبين الشبكات أو المستخدمين الخارجيين (WiMAX) الشكل (3) مع الإشارة أن ربط مستخدمي نظام الـ WiMAX (Subscriber station SS) سيكون فقط من خلال محطة القاعدة، في حين تشكل شبكة الانترنت بالبروتوكول IP6 العمود الفقري لنظام الارسال التلفزيوني الرقمي ذي القناة الراجعة.



الشكل (3) لربط البنيوي بين البروتوكولات في حال مكاملة نظام WiMAx مع نظام DVB–RCS

تشمل نظم DVB-RCS على العديد من التقنيات الخاصة لكن القليل منها يمكن أن يؤثر في جودة الخدمة QoS ضمن الشبكة، ومن المعروف أن بنية شبكة الانترنت الأرضية تستند على البروتوكول TCP/IP وهذا بدوره غير مصمم ليفرق بين الأنواع المختلفة من البيانات المنقولة. ولذلك يتوافر في هذا النظام نموذج واحد للخدمة [15] الممكن وصفه ببذل الجهد الممكن (best effort)، وهذه التركيبة تتضمن العمل الصحيح لأنواع التطبيقات كلّها عن طريق التحكم بحجم الشبكة وتقديم سعات فائضة عن الحاجة، لكن هذه الطريقة تؤجل من حل المشكلة، وهي يكاد لا يستخدم في تقنيات النفاذ اللاسلكية ذات عرض المجال المحدود، وهكذا فمن الضروري وجود إدارة فعالة للموارد المتوافرة اذ يقدم لمستخدم الانترنت خدمة ذات جودة بالقدر الذي يتوافق مع احتياجاته فقط، مادام النظام ذا موارد محدودة ولتنفيذ معيار جودة الخدمة يدخل هنا بروتوكولات التشوير SIP و COPS الذي يمكن أن يسهم في تنفيذ معيار جودة الخدمة QoS، إن الفكرة من استخدام بروتوكولات التشوير هو عملية التفاوض، وتقديم جودة خدمة من النهاية الى النهاية التي تقدمها هذه البروتوكولات. وانّ بروتوكول Common Open Policy Service (COPs) [15] يعرف مجموعة من السياسات والقواعد للتحكم بالدخول والإدارة لموارد الشبكة، ثم ترتبط كل قاعدة بمجموعة من الشروط التي تتوافق مع سلسلة من الاجراءات يجب القيام بها في حال استيفاء هذه الشروط، وبحيث نستطيع أيضاً تبادل مثل هذه السياسات على نموذج عميل/ خادم client/server، يتكون هذا النموذج من جهة ادارة السياسات من عنصرين أساسيين: نقطة دعم السياسات Policy Enforcement (PEP)، وهي المسؤولة عن تنفيذ اتخاذ القرارات، ومن نقطة تنفيذ السياسات Policy Decision Point المسؤولة عن صنع القرارات استناداً الى سياسات محددة

تدار جودة الخدمة في أنظمة التوابع الصناعية وخصوصاً من جهة التابع الصنعي على مستويين: مستوى

طبقة التحكم للوصول الى الوسط MAC، وعلى مستوى طبقة بروتوكول الانترنت IP [16].

1- تتحكم طبقة MAC بالنفاذ إلى الوسط، وفي حالة شبكة التوابع الصناعية سيكون الهواء، حيث تتوافر في هذه الطبقة الآلية الهادفة إلى تعظيم الاستفادة من الموارد المتوفرة بين الطرفيات المختلفة بحيث تقدم عرض نطاق ترددياً حسب الطلب Bandwidth on Demand (BoD) من خلال تقديم صنفين من الخدمة[16]:

- خدمة الزمن الحقيقي (DVB-Real-Time): وهي مخصصة للتطبيقات ذات القيود الزمنية العالية مثل (VoIP).
- خدمة الزمن غير الحقيقي (DVB-Non Real-Time): وهي مخصصة للتطبيقات الأكثر تسامحاً من ناحية الزمن أو بالأحرى التطبيقات التي لا تتأثر بالتأخير الزمني مثل (وصلة الند للند، أو بروتوكول نقل الملفات).

2- وفي طبقة بروتوكول الانترنت IP: تقترح هيكلية جودة الخدمة QoS في هذه الطبقة على تقسيم حركة البيانات إلى ثلاثة أصناف من الخدمة[16]:

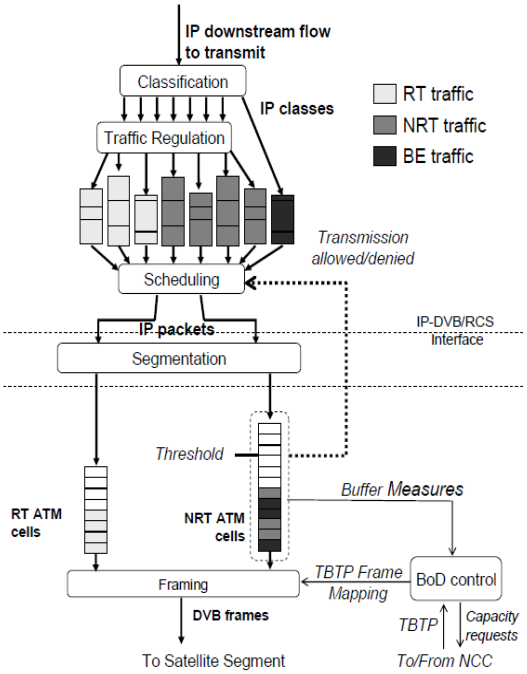
- بذل أقصى الجهد BE (Best-Effort): وهنا لا تستطيع أن نضمن أي شيء.
- التوجيه المضمونAF (Assured Forwarding): وهي تحقق جودة خدمة نسبية.
- التوجيه المسرع EF (Expedite Forwarding): التي تضمن جودة خدمة اجمالية.

إن مسألة جودة الخدمة في الشبكات التقليدية ليست بالأهمية نفسها بالمقارنة بشبكات التوابع الصناعية اذ هنا تصبح هذه المسألة في مهمة جداً نظراً للتأخيرات الزمنية ومحدودية الموارد، وخاصة في الاتجاه الصاعد، فمن المفضل هنا الوصول إلى الاستغلال الأمثل لهذه الموارد بدلاً من محاولة توسيع هذه الموارد أو زيادتها والتي ستكلف شيئاً كثيراً في مثل هذه النظم [17]. استناداً إلى ما سبق يمكن تبسيط هيكلية تحديد جودة الخدمة بالشكل (4) التي منها انطلقنا لتصميم برنامج التحكم المناسب.

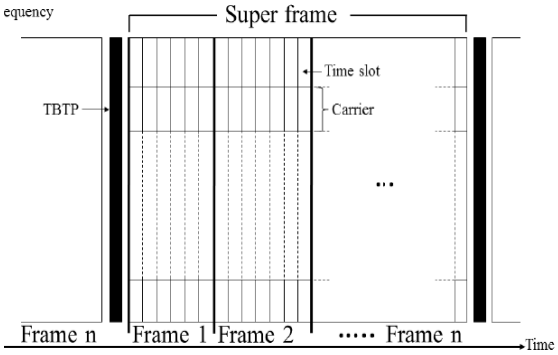
بنية القناة الراجعة[18-20]:

تعمل القناة الراجعة في هذه النظم على مبدأ النفاذ بتقسيم الزمن مع تعدد الترددات Multi-Frequency Time Division Multiple Access (MF-TDMA). بحيث طرفيات القناة الراجعة RCST تتقاسم الزمن والتردد في الوقت نفسه وتستطيع أن تتصل ببوابة الشبكة باستخدام مجموعة من ترددات الحوامل، يقسم أي حامل منها إلى شرائح زمنية بحيث يتشكل من المجال الكلي المخصص العديد من المجالات الترددية الجزئية التي تقسم بدورها أيضاً إلى شرائح زمنية Time slots. في نظم DVB-RCS تقسم هيكلية MF-TDMA إلى ثلاثة مستويات: الأطر الفائقة Super Frame(SP)، والأطر Frame، والشرائح الزمنية Time Slots، كما هو مبيّن في الشكل (5).

الأطر الفائقة Super Frame: يتألف أي إطار منها من العديد من الأطر Frames، ويعرف كلّ منها بواسطة رقم تعريف Super Frame ID، في حين سيغطي كل إطار زمني Frame من الحوامل الترددية، ومجالاً زمنياً معيناً يتحدد بعدد من الشرائح الزمنية Time slots، أيضاً كل إطار سيتحدد له رقم هوية مميز frame ID، وتتحدد الشرائح الزمنية بالتردد الحامل، وأيضاً بالمجال الترددي، والمدة الزمنية الذين تشغلهما.



الشكل (4) هيكلية اجرائية تحديد جودة الخدمة



الشكل (5) بنية النظام MF-TDMA

ومن ناحية تطبيق النظام هناك نوعان من تشكيلات اطارات MF-TDMA: تشكيلة ثابتة للإطار بحيث يكون عرض المجال والمدة الزمنية للشرائح المتعاقبة والحاملة للبيانات المخصصة للطرفية RCST ثابتة، وفي هذه الحالة سيحتوي جدول تشكيلة الشرائح Time slot Composition Table (TCT) على محددات رشقات القنوات الراجعة RCSTs، والتي تحدد الأطر الفائقة الثابتة، مثل نوع الترميز ومعدله ونوع الترميز الداخلي وترتيبه والترميز الخارجي ونوع التعديل، وشكل الإشارة في الحزمة القاعدية. وهناك أيضاً تشكيلة ديناميكية للشرائح الزمنية التي تسمح بمرونة اضافية لنظام القناة الراجعة RCST بحيث يتغير عرض المجال، وزمن الشرائح المتعاقبة المشكلة لقناة راجعة واحدة . بحيث يمكن لهذه القناة أن تغير من معدلي الارسال والترميز بين رشقات الارسال المتتابعة، كما أنه يمكنها من تغيير التردد الحامل وزمن الرشقة، بحيث يمكنها أن تلائم متطلبات الإرسال المتغيرة بشكل واسع وفعال والتي يمكن أن نصادفها عند ارسال ملفات الوسائط المتعددة، يقوم مركز التحكم بالشبكة NCC بتنسيق هذه العملية عن طريق ارسال رسالة مخطط زمن رشقات الطرفيات Terminal Burst Time Plan (TBTP) موجهة إلى القنوات الراجعة الفعالة RCST كلّها في بداية كل اطار فائق بهدف تحديث محددات الارسال.

المحاكاة بواسطة محاكي الشبكات NS2:

لتقييم هذه النظم واختبارها عند العمل أو التوصيل مع شبكة الـ WiFi استخدّم برنامج المحاكاة NS2 ليقدّر عرض المجال المخصص في أثناء اجراء مكالمات من النوع VoIP مترافق مع خدمة تصفح انترنت HTTP (TCP)، وخدمة نقل ملفات FTP بحيث بسّطت هيكلية اجرائية جودة الخدمة لنستخدم رزم ارسال بطول ثابت [21]، وعندها يتحدد تابع التوزع الاحتمالي لزمن تمرير هذه الرزم بالعلاقة الآتية [21]:

$$b(t)=\delta(t-\frac{1}{\mu}) \qquad (1)$$

إذ: μ هي سعة خرج النظام مقدرة بالرزم في الثانية، فإذا عددنا أن زمن الانتظار لكل رزمة هو نفسه لا يتغير [22]:

$$w_{j+1}(t)=w_j(t)=.....w_1(t)=\delta(t) \qquad (2)$$

عندها نستطيع أن نحسب قيمة جودة الخدمة حسب المقياس (Mean Opinion Score MOS) باستخدام النموذج [23] من خلال المعامل R [24] بحيث يدخل في حسابنا فقط التأخير والفقد في الرزم التي نحصل عليهما من خلال المحاكاة فضلاً عن تباين (الرجفان) زمن

التأخير (jitter)، وفي هذه الحالة نأخذ قيمة جودة الخدمة من العلاقة الآتية [23]:

$$MOS = 1 + 0.035R + R(R-60)(100-R) *7*10^{-6} \quad (3)$$

هي R معامل التقييم (Rating Factor) ويعطى بالعلاقة الآتية [24]:

$$R = 93.2 - I_d - I_{eef} + A \quad (4)$$

اذ I_d معامل انخفاض في الجودة نتيجة التأخير المطلق، A هو معامل اضافي يعبر عن تحسن في الجودة نتيجة بعض الاجراءات المتبعة في النظام ،لذلك أهمل هذا المعامل مادام أن ليس لدينا اية معلومات عن هذه الاجراءات، في حين I_{eef} هو معامل انخفاض في الجودة نتيجة تجهيزات نظم الاتصال المستخدمة وهو يعطى بالعلاقة الآتية [24]:

$$I_{eef} = I_e + (95 - I_e)\frac{P_{pl}}{P_{pl} + B_{pl}} \quad (5)$$

اذ I_e و B_{pl} قيم مجدولة حسب نوع الترميز [24-25] في حين P_{pl} هي احتمال ضياع الرزم والذي يمكن ايجاده من خلال تقدير حجم ذاكرة العزل المستخدمة للتخلص من تغير حجم ذاكرة العزل (Jitter Buffer size) مقدراً بواحدة الزمن J_B ومن خلال العلاقة:

$$P_{pl} = \int_{J_B}^{\infty} w(t)dt = 1 - \int_0^{J_B} w(t)dt \quad (6)$$

فإذا أخذنا الترميز ACELP (Algebraic Code Excited Linear Prediction) المستخدم في نظام GSM بمعدل ارسال كامل 12kbps، وحاولنا إرسال عدة أقنية صوت من خلال هذا النظام نجد النتائج المبينة في الجدول (1).

الجدول (1) تغيّر جودة الخدمة مع عدد الأقنية للترميز ACELP بمعدل ارسال كامل

عدد الأقنية	التأخير Delay/msec	Ppl	Ie.eef	Id	R	MoS
5	320	0.22	11.15	4.08	77.77	3.94
10	350	0.31	13.43	4.11	75.47	3.84
15	378	0.35	14.40	4.05	74.54	3.80
20	400	0.40	15.59	3.96	73.45	3.75
25	450	0.46	16.97	3.61	72.43	3.71
30	489	0.55	18.94	3.20	70.86	3.64

اذ نلاحظ أن جودة الخدمة هنا تراوح بين 3.94 و3.64، وحسب التقييم المبين في الجدول (2) انّ هذه القيم ضمن الحدود المقبولة.

الجدول (2) تقييم درجة الجودة القياسي[23]

علامة الجودة MOS	تقييم الجودة	ملاحظة
5	ممتاز	لا توجد اي ملاحظة
4	جيد	مقبول لا يوجد ازعاج ملحوظ
3	مقبول	مزعج بشكل بسيط
2	غير مقبول	فعلاً مزعج
1	رديء	مزعج جداً

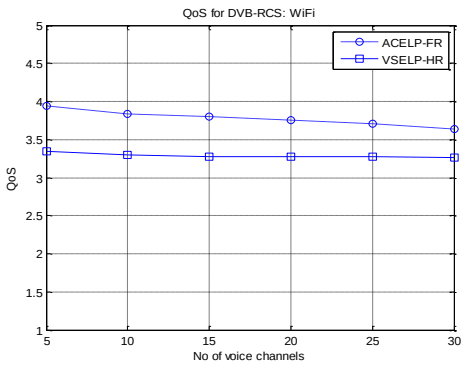
وعند أخذ الترميز VSELP (Vector Code Excited Linear Prediction) بنصف معدل الارسال 5.3kbps يمكن أن نلخص نتائج المحاكاة بالجدول (3).

الجدول (3) تغير جودة الخدمة مع عدد الأقنية للترميز VSELP بنصف معدل الارسال

عدد الأقنية	التأخير Delay/msec	Ppl	Ie.eef	Id	R	MoS
5	282	0.18	24.27	3.92	64.80	3.34
10	324	0.29	25.03	4.09	63.88	3.30
15	356	0.34	25.37	4.10	63.53	3.28
20	381	0.39	25.70	4.04	63.25	3.27
25	430	0.42	25.90	3.77	63.32	3.27
30	475	0.51	26.49	3.36	63.15	3.26

على الرغم من نقصان زمن التأخير للرزم الناتج عن انخفاض معدل الارسال إلا أن درجة جودة الخدمة قد انخفضت لتصبح بين القيم 3.34 و3.26، اذ يمكن تفسير ذلك انّ درجة الجودة سوف تتعلق بنوع الترميز المستخدم في النظام وحسب تقييم الجدول (2) استطاع النظام أن

يبقي هذه القيم ضمن الحدود المقبولة، ونستطيع الآن أن ندمج النتائج السابقة في الشكل (6) ليظهر لدينا الفرق البسيط في معامل جودة الخدمة الذي لن يزيد على 0.4.



الشكل (6) منحنى يمثل تغير جودة الخدمة مع عدد الأقنية لعدة ترميز صوت

النتائج:

بالرجوع إلى السيناريوهات السابقة، ومن نتائج المحاكاة نجد أن عملية ربط الشبكات اللاسلكية مع نظم الارسال الفيديوي DVB-RCS تؤمن جودة خدمة لا بأس بها مهما ازداد عدد الأقنية، بحيث تشكل هذه النظم العمود الفقري للشبكات الهجينة الواسعة المستقبلية.

نلاحظ أيضاً أنه مهما كان ترميز المنبع المستخدم لإشارة الصوت في هذه النظم المرتبطة مع الشبكات اللاسلكية والمستخدم كحلقة محلية هناك تغير فقط في زمن التأخير اذا كان هناك اختلاف في معدل الارسال، في حين علامة الجودة سوف تتعلق أصلاً بنوع الترميز نفسه، وفي كلتا الحالتين أمنت هذه النظم درجة من الجودة لا بأس بها.

– من المفيد أن نذكر هنا أن آلية حساب QoS المستخدمة هنا لن تصلح إلا لنظم VoIP، ولن نستطيع استخدامها لنظام آخر لنقل الملفات أو البيانات الأخرى، مثل **FTP** اذ يتطلب الأمر مفهوماً آخر لمعيار الجودة، وهذا لم نتطرق إليه في هذا البحث.

– قد يكون من المفيد أيضاً اجراء المحاكاة لعدة تراميز أخرى مع وجود تحميل زائد أو نموذج أخطاء معين ضمن الشبكة لكننا عددنا هنا أن تصرف الشبكة والنظام لن يختلف عن أي نظام آخر يعمل في ظروف الحمل الزائد المشابهة، وسوف تتعلق النتائج فقط بنوع الترميز.

REFERENCES

[1]ETSI, EN 300 421, Framing structure, channel coding and modulation for the 11/12 GHz satellite services, v.1.1.2, Aug. 1997.

[2]ETSI, EN 301 192, DVB specification for data broadcasting, v.1.2.1, Jan. 1999.

[3]ETSI, EN 301 790, Interactive channel for satellite distribution systems, v.1.4.1, April 2005.

[4]ETSI, TR 101 790, Interactive channel for satellite distribution systems; guidelines for the use of EN 301 790, v.1.4.1, Sept. 2005.

[5]M. Wittig, and J. M. Casas, "A communications switchboard in the sky: AmerHis", ESA Bulletin, No. 115. Aug. 2003.

[6]ETSI EN 301 790, Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel for satellite distribution systems, ver 1.4.1.

[7]ETSI EN 301 192, Digital Video Broadcasting (DVB); DVB specification for data broadcasting, ver 1.3.1.

[8]ETSI EN 302 307, Digital Video Broadcasting (DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications, ver 1.1.1.

[9]F. Vallejo, and A. Yun, "AmerHis: Triple Play over an OBP-based DVB-RCS Satellite Platform", 23rd AIAA International Communications Satellite Systems Conference (ICSSC-2005) and 11th Ka Band Broadband Communications Conference.

[10]E. Callejo, A. Yun, I. Jiménez, J. Prat, C. Baudoin, P. Loyer, L. Duquerroy, F. Arnal, M. Cataln, J. A. Guerra, R. Muꜹoz, F. Rodriguez, P. Zautasvili, and T. Gayraud, "Satellite network requirements", SATSIX-IST-026950.

[11]ETSI TS 102 429-1,2,3,4, "Satellite Earth Stations and Systems (SES); Broadband Satellite Multimedia; Regenerative Satellite Mesh – B (RSM-B); DVB-S/DVB-RCS family for regenerative satellites; Part 1 System Overview; Part 2 Satellite Access Layer; Part 3 Connection Control Protocol; Part 4 Specific Management Information Base".

[12]C. Baudoin, L. Fan, E. Callejo, A. Pietrabissa, F. Rodriguez, A. Ramos, G. Fairhurst, F. Arnal, and G. Santero, "New Architecture for Next Generation Broadband Satellite Systems: The SATSIX Approach". INNSS07.

[13]I. Melhus, F. Arnal, T. Gayraud, and B. Jacquemin, "SATSIX Mobility architecture and its performance evaluation". INNSS07.

[14] SATSIX: A Network architecture for Next generation DVB-RCS Systems, L. Fan, C. Baudoin, and others.. "International Workshop on IP Networking over Next-generation Satellite Systems (INNSS'07), Budapest : Hongrie (2007)"

[15]Baptiste Jacquemin, Pascal Berthou, Thierry Gayraud, and Lionel Bertaux," About QoS in DVB-S2/RCS Systems", Satellite Communications, Edited by Nazzareno Diodato, ISBN 978-953-307-135-0,Hard cover, 530 pages, Publisher Sciyo

[16]"Modeling and analysis of satellite terminal with an AQM (Active Queue Management)", Master of Science Thesis, ROMAIN DELPOUX. Department of Signals and Systems Division of Automatic Control, automation and Mechatronics Chalmers University of Technology

[17]T. Gayraud and P. Berthou. A qos architecture for dvb-rcs next generation satellite networks. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, ID 58484 doi:10.1155/2007/58484:200–300, 2007.

[18]ETSI EN 301 790 (V1.3.1), Digital Video Broadcasting (DVB) -Interaction channel for satellite distribution systems: Final Draft,2002-11.

[19]ETSI EN 301 790 (V1.5.1), Digital Video Broadcasting (DVB) -Interaction channel for satellite distribution systems: Final Draft,2009-05.

[20]Mohamed A. Al-Mosawi" Bandwidth Estimation and Optimization in Rain Faded DVB-RCS Networks", Doctor of Philosophy thesis. University of Portsmouth. September 2014

[21]Franco Brandelero and Evelio M. G. Fernandez "Improving VoIP Quality over Satellite Transmission with Dynamic Bandwidth" The 7th International Telecommunications Symposium (ITS 2010)

[22]M. H. Ackroyd, Computing the Waiting Time Distribution for the G/G/1 Queue by Signal Processing Methods IEEE Transactions on Communications, Vol. Com-28, No. 1, January 1980.

[23]ITU-T Rec. G.107, The E-model, a computational model for use in transmission planning May, 2002.

[24]Vitalio Alfonso Reguera, Felix F. Alvarez Paliza, Walter Godoy Jr. and Evelio M. Garcia Fernandez, On the impact of active queue management on VoIP quality of service Computer Communications, 31(1): 73-87, January 2008.

[25]ITU-T Rec. G.113, Provisional planning values for the equipment impairment factor Ie and packet-loss robustness factor Bpl May, 2002.

Received	**2016/04/12**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2016/06/09**	**قبول البحث للنشر**