مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (2) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (2) 2015

تصميم واختبار نماذج رياضية لشبكات النفاذ الحقيقية المستخدمة في تقنيات XDSLالحديثة .

الدكتور جعفر محسن الخير*
الدكتورة مريم محمد ساعي**
نور سميع غضبان ***

(تاريخ الإيداع 12 / 11 / 2014. قُبِل للنشر في 16/ 3 / 2015)

□ ملخّص □

يهدف البحث إلى دراسة تأثيرات نقاط الضعف في أداء الشبكة الحالية كتأثير التخامد والتسامع في نقل البيانات.

كما يستعرض أيضاً تحسين معايير تقانات خط المشترك الرقمي لتحقيق أقصى معدلات الانتقال ليحقق سرعة أكبر في تركيب خطوط المشتركين عالية السرعة، ويقدم نطاقا" جديدا" من الخدمات لشركات الاتصال من خلال تقديم خط المشترك الرقمي بتقنياته الجديدة في المستقبل القريب، وبالتالي تمكين عملائها من إمكانية الوصول إلى خدمات النطاق العريض وتقديم نصائح للشركة السورية للاتصالات في اختيار الأنظمة وتجاورها مع بعضها بعضا.

يحلل هذا البحث جوهر التقنيات ونقاط القوة والضعف لمعايير خط المشترك الرقمي ذو النمط الرقمي الكامل المذكور في الملحقA وخط المشترك الرقمي العامل بنطاق صاعد ممتد المذكور في الملحق M، وكذلك الأمر يتضمن تحليلاً للتخامد والتسامع لتبين كيف يتم اعتبار أي من المعايير هوالخيار الأفضل بينها.

ويتضمن البحث أخيراً تمثيلاً برمجياً للإشارة المرسلة عبر خطوط النقل تحت تأثير العوامل المدروسة.

الكلمات المفتاحية: خط المشترك الرقمي– الضجيج الأبيض الغوصي الجمعي–شبكة الخدمات الهاتفية القديمة– التسامع– التخامد.

*أستاذ مساعد – قسم هندسة الحاسبات والتحكم الألي_ كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية_ جامعة تشرين _ اللاذقية _سورية
**أستاذ مساعد – قسم هندسة الحاسبات والتحكم الألي _ كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية_جامعة تشرين _ اللاذقية _سورية.
*** طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم هندسة الحاسبات والتحكم الألي _ كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية_جامعة تشرين_ اللاذقية_ سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (2) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (2) 2015

Designing and Testing mathematical models for real access network used in new XDSL Techniques.

Dr. Jaffar Mouhsen Alkheer*
Dr. Mariam Mohamad Saee**
Nour Sami Ghadban***

(Received 12 / 11 / 2014. Accepted 16 / 3 / 2015)

□ ABSTRACT □

This research aims to study the effects of weaknesses on the performance of the existing network such as the impact of Attenuation and crosstalk on the data transfer, and it presents also the improvements of the standards of DSL systems to achieve the maximum transition rates in order to have greater speed in the installation of high-speed subscriber lines.

It also offers a new range of services to communication companies through the provision of new xDSL technologies in the near future. Thus, it enables its customers access to broadband services and provides tips for the Syrian Telecommunications Company in their choice of systems.

This research analyses the essence of the techniques and the strengths and weaknesses of the criteria for All Digital Mode digital subscriber line mentioned in Annex A and for higher upstream digital subscriber line mentioned in Annex M. It also includes an analytical study of the damping and crosstalk to show how to consider any criteria as a better choice.

Finally, It includes programmatically represented simulation of the signal which is sent over transmission lines under the influence of the studied factors.

Keywords: Digital Subscriber Line, Adaptive White Gaussian noise ,plain old telephone service, crosstalk, Attenuation.

* **Assistant Professor , computer and control engineering , Tishreen University, Lattakia, Syria.**
** **Assistant Professor , computer and control engineering , Tishreen University , Lattakia, Syria.**
*** **Postgraduate student , computer and control engineering , Tishreen University , Lattakia, Syria.**

مقدّمة:

إن ضعف اعتماد الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات كتكنولوجيا للنفاذ عريض النطاق السلكي يعزى إلى عدة عوامل، منها تأخر تقييسها وعدم مواكبتها التقدم في تطبيقات مثل الفيديو والتفاعل، وتعقيد الحلول الاستهلاكية والتسويق المحدود من جانب مشغلي الشبكة. سوى أن سرعة تطور وتسويق خط المشترك الرقمي بوصفه تكنولوجيا النطاق العريض السلكي سدد الضربة القاضية لنشر الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات.

ويحمل خط المشترك الرقمي إشارات النطاق العريض الرقمية عبر الشبكة الهاتفية العمومية التبديلية (PSTN) باستخدام ترددات أعلى من تلك المستخدمة لحركة الاتصالات الصوتية. وهكذا، وبخلاف أجهزة المودم، يمكن للعميل استخدام الهاتف والحاسوب في وقت واحد والاحتفاظ بالسطوح البينية والمعدات القديمة (كالهاتف التماثلي). فعلى سبيل المثال، التنفيذ الاستهلاكي الأكثر شيوعاً للخط المشترك الرقمي هو الخط الرقمي غير التناظري (ADSL)، وتُحمل فيه إشارات النطاق العريض الرقمية على ترددات بين 25 و1104kHz.

وقد جرى تطوير عدة أنواع من خط المشترك الرقمي(DSL)Digital Subscriber Line لتلبية التطبيقات المختلفة، كالتجارية منها (التناظري، أو SDSL)، والأكاديمية (التناظري عالي السرعة، أو SHDSL) والفيديوية (الخط الرقمي فائق السرعة ، أو VDSL).

وتتحقق اختلافات الأداء بتغيير مستويات القدرة وخصائص الطيف، وتقنيات التعديل المتطورة، والجمع بين السطوح البينية وإدارة الضجيج. وتتوفر أيضاً إصدارات متقدمة من ADSL وVDSL مثل ADSL2، وVDSL2 وADSL2+.

تتميز تقانات xDSL بأنواعها المختلفة بقدرتها على استخدامها للمنشأة المادية التقليدية للشبكة الهاتفية العمومية التبديلية (PSTN) تشوبها بضعة عوامل سلبية. فتنخفض معدلات أو سرعات بيانات المشترك بازدياد المسافة من مودم DSL العائد لمشغل الشبكة (DSLAM) إلى مودم DSL العائد للمشترك. ومن الحلول الشائعة، وضع (DSLAM) ضمن الشبكة في الطرف البعيد، مما يقصر من طول العروة إلى المشترك.

ويكون أداء الخط الرقمي للمشترك (DSL) على الشبكة الهاتفية العمومية التبديلية (PSTN)محدوداً أيضاً بجودة المنشأة المادية. إذ يمكن أن تتراجع قدرة الخط الرقمي للمشترك جراء قدم الكبلات وتضررها بفعل قدمها أو إجهادها أو تآكلها أو حتى سوء التعامل معها وسوء مدها. ويمكن أن تتراجع قدرة الخط الرقمي للمشترك وتتضرر خدمته حتى بصغر أقطار الأسلاك (التي يمكن أن تتراوح بين 0,4 mm و0,9 mm) أو بوجود مزيج من أقطار مختلفة للأسلاك.

وأخيراً، يتأثر أداء الخط الرقمي للمشترك (DSL) بعدد المشتركين المخدَّمين ضمن منطقة التوزيع، فضلاً عن التعايش بين الخدمات المختلفة في الكبل نفسه. ويتسبب الضجيج من زوج الأسلاك المجدول الذي يحمل خط المشترك الرقمي بتردي الخدمة على الأزواج الأخرى في كبل التوزيع. وتتمثل العلاجات في تقنيات إلغاء الضجيج واختيار الطيف الشائعة في تقنيات خط المشترك الرقمي المتقدمة مثل المواصفات الأكثر حداثة لإرسال VDSL2 بتنسيق إشارات الخط. وهذه التقنيات واستخدام الجمع بين (مزاوجة) السطوح البينية، توسع عرض النطاق النظري المسلَّم إلى المستهلكين عبر أزواج الأسلاك النحاسية إلى حوالي 1 Gbit/s حسب المسافة. وقد نشر قطاع تقييس الاتصالات معايير خط المشترك الرقمي منذ أواخر التسعينات.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى تقديم دراسة تحليلية لتقييم أداء نطاق جديد من الخدمات لشركات الاتصال(الملحق الخاص بأنظمة عرض النطاق الصاعد الممتد (الملحق M))، وبالتالي إمكانية استخدام النظام المصمم منقبل شركات الاتصال ليقدم إرشاد لمشغلي الشبكات بمعرفة آثار تجاور الأنظمةضمن الكبل الرئيسي حتى تتمكن من الحفاظ على التوافق الطيفي المتبادل لنظم،DSL فيضمن تحقيق سرعة أكبر في تركيب خطوط المشتركين عالية السرعة وفي اختيار الأنظمة وتجاورها.

طرائق البحث ومواده:

يتضمن البحث تقديم أدوات مساعدة لتشغيل شبكات خطوط المشترك الرقمي في بيئة تطويرية مناسبة وهي برنامج «ماتلاب».

يتضمن البحث دراسةخطوط المشترك الرقمي غير المتناظر الخاضع لتعديل متعدد النغماتDMT(Discrete multi-tone modulation)ودراسةإشارة الحزمة الصاعدةUpstream والحزمة الهابطةDownstreamالناتجة عن تقسيم الطيف المتاح في الدارة المحلية إلى قناة هاتفية تشغل الترددات المنخفضة التي تستخدم لإجراء المكالمات الهاتفية،وقنوات ترحيل الحزمة الصاعدةوقنوات تحميل الحزمة الهابطة.

خطوط المشترك الرقمي غير المتناظر :

تتميز خطوط المشترك الرقمي غير المتناظر الخاضع لتعديل متعدد النغماتDMTبسرعة تحميل أكبر من سرعة التنزيل وتقدم عدة خدمات وهي:

❖ خط المشترك الرقمي غير المتناظر الاصدار الأول(Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL [1] [2] :

- عبارة عن خدمة إرسال لخدمات البيانات والصوت المدمجة والتي تصل سرعتها في الحزمة الهابطة إلى معدلات أكبر منها في الحزم الصاعدة.
- مضمنة في المعيار G.992.1 التابع لقطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد الدولي للاتصالات .
- هذا النوع من الخدمات مناسب للمنازل والمكاتب الصغيرة، وللمستخدمين الذين يهتمون أكثر بسرعة البيانات في الحزمة الهابطة، أكثر من اهتمامهم بها في الاتجاه الصاعد.

❖ خط المشترك الرقمي غير المتناظر الاصدار الثاني Asymmetric Digital Subscriber Line 2 (ADSL2)[3]:

- مضمنة في المعيار G.992.3 التابع لقطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد الدولي للاتصالات .
- هي خدمة مطورة جدا من النسخة ADSL .
- تقدم ممانعة جيدة للضجيج و تشخيص أفضل للأخطاء، وتداخل تسامعي أقل كما أنها تسمح بتطبيق عامل ترابط، والترابط هو امكانية استخدام أزواج متعددة من الأسلاك النحاسية لزيادة سعة حزمة البيانات، مثلا باستخدام اربعة أزواج من الأسلاك من الممكن الحصول على سرعة تصل حتى 40 Mb/s وهي سرعة مناسبة لنقل تطبيقات البث المرئي.

❖ خط المشترك الرقمي غير المتناظر الاصدار الثاني المضاعف Asymmetric Digital Subscriber Line 2+ [5] (ADSL2+):

- هذه الخدمة تقدم تحسينات كبيرة جدا عن طريق زيادة سرعة الحزمة الهابطة حتى 20Mb/s على خط هاتفي يصل طوله حتى 1.5Km (5000 قدم)
- مضمنة في المعيار G.992.5 التابع لقطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد الدولي للاتصالات .
- المعيار المقدم في هذه التقنية يقوم بمضاعفة التردد الأعظمي المستخدم من قبل الحزمة الهابطة من 1.1 ميغا هرتز حتى 2.2 ميغا هرتز.

❖ خط المشترك الرقمي غير المتناظر الاصدار الرابع Asymmetric Digital Subscriber Line 2++ (ADSL2++ or ADSL4):[17]

- الطرح المستقبلي لتقنية ADSL 2++ يقوم بزيادة سرعة البيانات حتى 52 Mb/s عن طريق زيادة التردد الأعظمي المستخدم من قبل الحزمة الهابطة إلى 3.75 ميغا هرتز.

تم وضع جميع الخدمات السابقة في الملحق الأساسي Annex A ومع تطور متطلبات السوق،ظهرت الحاجة للتعديل عليها فظهرت عدة مرافق منها الملحق M الذي يعتبر امتدادا" للمعيار ADSL2 والمعيار ADSL2+ حيث يتيح هذا الملحق سرعات أعلى للحزمة الصاعدة من خلال توسيع نطاق تردد الحزمة الصاعدة المتاحة وهو متاح الآن على الصعيد الوطني المباشر على اتصالات ADSL2+ في استراليا.[4] [6] [12]

لمضاعفة عرض النطاق الترددي للحزمة الصاعدة (الملحق M) يقوم بإزاحة الترددات بقيمة 138KHz من الحزمة الهابطة إلى ترددات الحزمة الصاعدة. لذلك يتراوح عرض النطاق الترددي الحزمة الصاعدة تتراوح بين 25KHz وإلى 276KHz . [12]

إن أهم فوائد الملحق M هي:[12]

❖ زيادة نسب البيانات في الحزمة الصاعدة:

تمت مضاعفة نسب البيانات في الحزمة الصاعدة، حيث أصبحت تصل لمعدل 3.3 Mb/s تحت شروط العمل المثالية.

❖ الحد بشكل كبير من ازدحام البيانات عند إرسال البيانات :

أصبح بإمكان المستخدم أن يشعر بانتقال البيانات بشكل أسرع، وعلاوة على ذلك فإنه لن يعاني من ازدحام البيانات عند إرسالها بسبب مضاعفة نسب البيانات في الحزمة الصاعدة.

❖ توفير الكلفة:

لمخاطبة حاجات المستخدمين لشبكة ذات كفاءة عالية وتكلفة منخفضة، فإن الملحق M يحقق ذلك حيث إنه يزود اتصالا بديلا عن T1 أو G.SHDSL، لأنها تملك نفس سرعة البيانات في الاتجاه الصاعد ولكنها ذات تكلفة مرتفعة جدا".

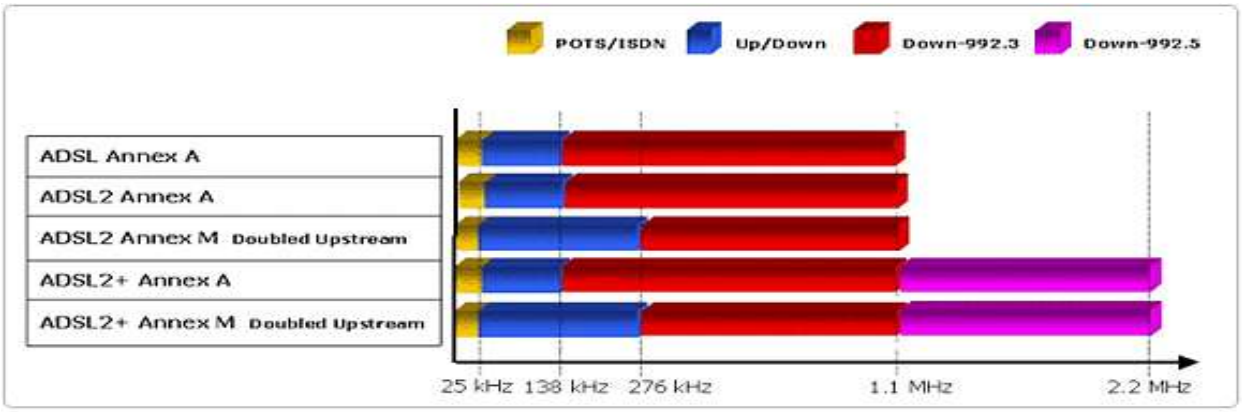
❖ ثلاثية الخدمات:

تمكّن هذه الخدمة من الوصول للخادم الإعلامي بالإضافة لإجراء المكالمات الهاتفية وتصفح الانترنت، حيث إنه بإمكان هذه الخدمة تحديد الخادم الإعلامي وإيصال برامج الفيديو للطرف البعيد.

مقارنة بين تقنيات خط المشترك الرقمي :

تختلف تقنيات خط المشترك الرقمي بقيم التردد الأعظمي المستخدم وكيفية توزع الترددات والمجال المتري التشغيلي للخط، والحد الأقصى للسرعة في كل تقنية سواء في الحزمة الصاعدة أو الهابطة.وتبين الجداول والأشكال الآتية القيم الموافقة للدراسة التي أجريت.

يوضح الشكل الآتي كيفية توزع الترددات في تقنيات خط المشترك الرقمي في الاتجاه الصاعد والهابط.



الشكل(1) توزع الترددات في تقنيات خط المشترك الرقمي في الاتجاه الصاعد و الهابط.[12]

كما يوضح الجدول الآتي الحد الأقصى لسرعة البيانات في تقنيات خط المشترك الرقمي في الاتجاه الصاعد والهابط.

الجدول(1) القيم الموافقة للحد الأقصى لسرعة البيانات في تقنيات خط المشترك الرقمي في الاتجاه الصاعد والهابط.[1][5] [6][3][4]

تقنية خط المشترك الرقمي	سرعة البيانات في الاتجاه الهابط (Mb/s)	سرعة البيانات في الاتجاه الصاعد (Mb/s)
ADSL Annex A	8	1.6
ADSL2 Annex A	12	1.6
ADSL2Annex M	12	3.3
ADSL2+ Annex A	24	1.6
ADSL2+ Annex M	24	3.3

النتائج والمناقشة:

لتنفيذ المحاكاة تم تحديد بارامترات المحاكاة باعتماد ناقل نحاسي بمقطع 0.5 mmوتسمية تجارية ETSI_05 وتمت بتأثير ضجيج ابيض غوصي جمعي بقيمة [dBm/Hz](−140)وثبات ممانعة الدخل و الخرج على القيمة 100Ohmوربح ترميز مساو ل 4dB ويساوي هامش نسبة الإشارة إلى الضجيج6dB .

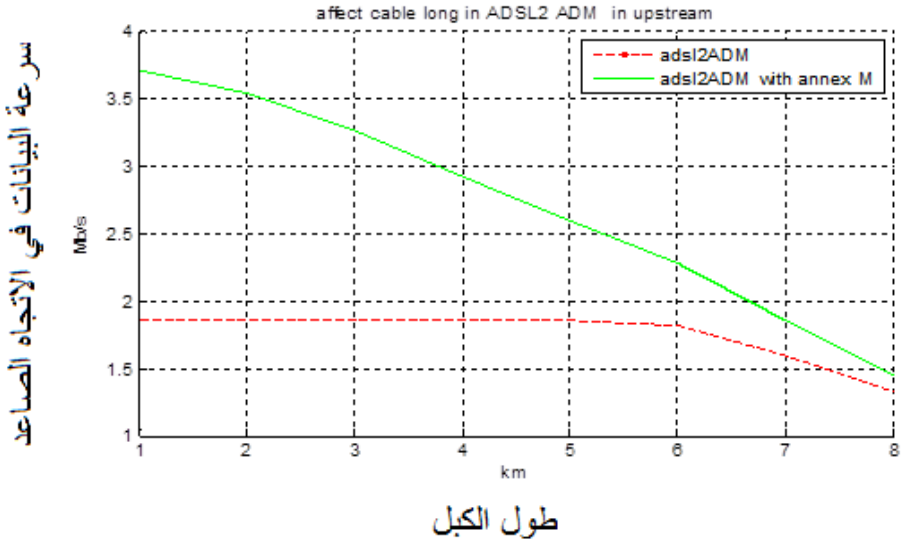
1 دراسة تأثير طول خط النقلعلى سعة خطوط المشترك الرقمي:

ترتبط سرعة النقل العظمى للأنظمة بطول الخط حيث من الواضح أنه كلما بعد المستخدم عن المبدل الرئيسي للهاتف زادت نسبة الفقد في الخط وزادت نسبة التخامد في الخط والعكس صحيح فكلما اقترب فإنه سيحصل على سرعة أكبر للاتصال بالانترنت.[7]

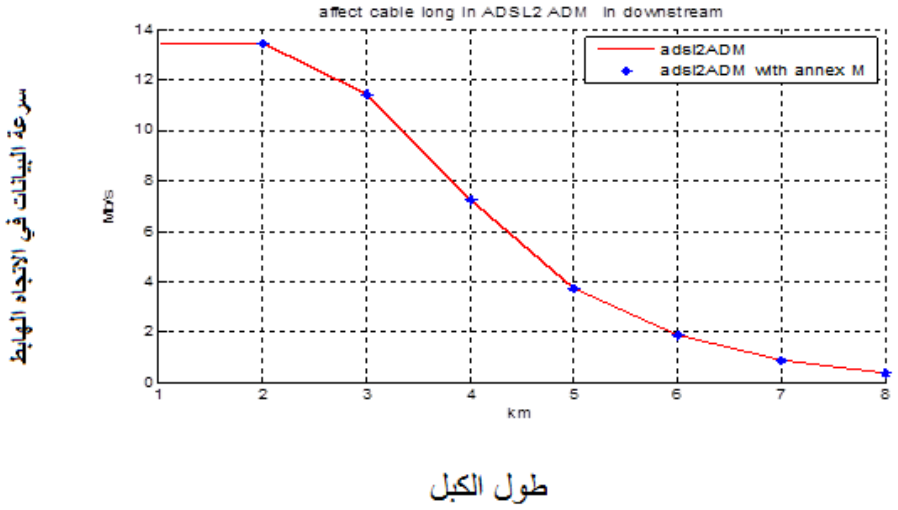
بما أن المعيار ADSL2 Annex M يخضع للمعيار ADSL2 Annex A فإنه قادر على الوصول لنفس المسافات في الاتجاه الهابط ولكن يصل لمسافة 7 Km في الاتجاه الصاعد لزيادة عدد القنوات في هذا المعيار في الاتجاه الصاعد.

لا يختلف نظامي ADSL2Annex A و ADSL2 Annex M بالنتائج في الحزمة الهابطة وذلك لأنهما يستخدمان نفس الحزمة الترددية في مجال الحزمة الهابطة ولكن يحققالمعيار ADSL2 Annex M سرعة تساوي ضعف سرعة ADSL2 Annex A حتى مسافة 6 Km تقريبا في الاتجاه الصاعد حيث تصبح سرعة البيانات بعد هذه المسافة اعلى ب 400Kbps تقريبا عن المعيارAnnex AADSL2.

توضح الأشكال الآتيةمقارنة الحد الأقصى لسرعة البيانات في تقنيات ADSL2 Annex M و ADSL2Annex A .



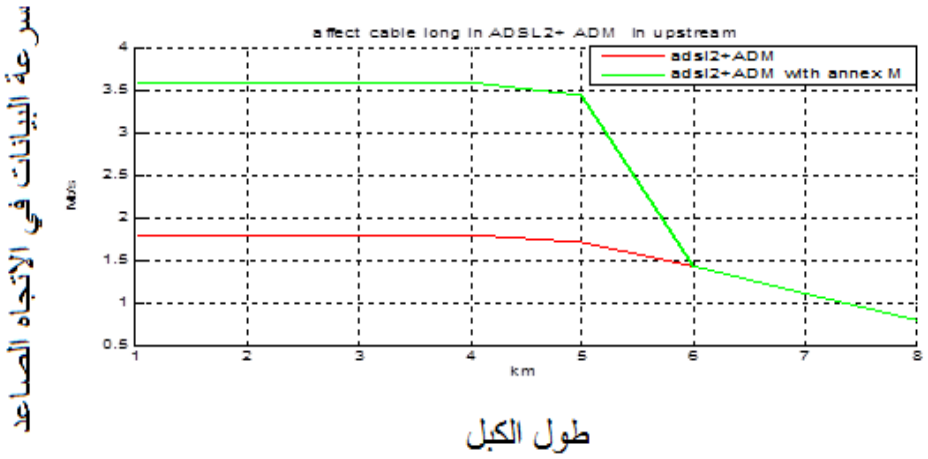
الشكل(2) تأثير طول الكبل في تقنيات ADSL2 Annex M وADSL2Annex A في الاتجاه الصاعد.



الشكل(3) تأثير طول الكبل في تقنيات ADSL2 Annex M وADSL2Annex A في الاتجاه الهابط.

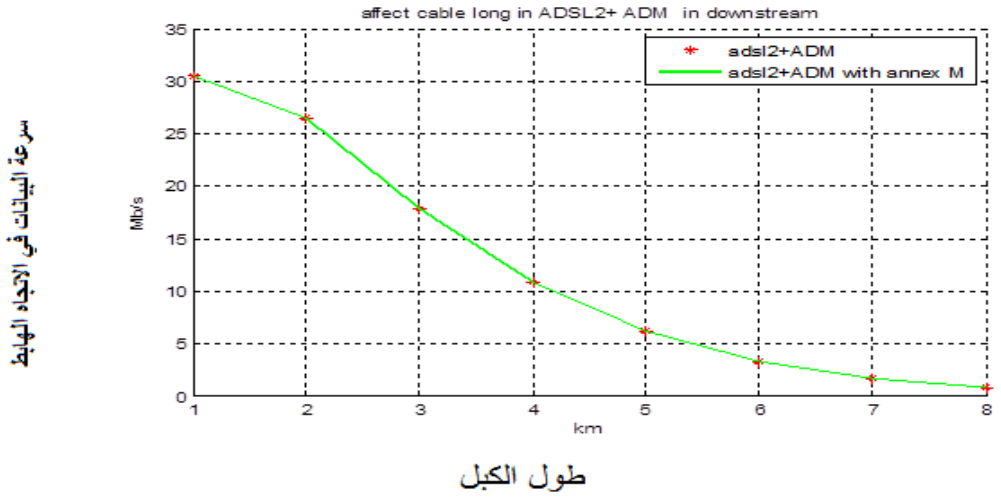
المعيار ADSL2+ Annex M يخضع للمعيار ADSL2+Annex A فإنه قادر على الوصول لنفس المسافات ولكن يحقق سرعات أعلى من التقنيات الأخرى و تساوي ضعف سرعة ADSL2+Annex A في الاتجاه الصاعد يوضح الشكل الآتيمقارنة الحد الأقصى لسرعة البيانات في تقنيات ADSL2+ Annex M وADSL2+Annex A في الاتجاه الصاعد حيث أنه حتى مسافة 6Km فإن سرعة الاتجاه الصاعد في المعيار ADSL2+ Annex M تستطيع الوصول لحد أعلى من 3,000Kbps في حين ان هذه السرعة تصل ل 1,100Kbps في المعيار ADSL2+ Annex A .

في حين سرعة البيانات في تقنيات ADSL2+ Annex M وADSL2+Annex A في الاتجاه الصاعد بعد مسافة 6Km تصبح متقاربة فسرعة الاتجاه الصاعد في المعيار ADSL2+ Annex M تستطيع الوصول لحد اعلى ب 200Kbps تقريبا عن المعيار ADSL2+ Annex A .



الشكل(4) تأثير طول الكبل في تقنيات ADSL2+ Annex M وADSL2+Annex A في الاتجاه الصاعد.

لا يختلف نظامي ADSL2+Annex A و ADSL2+Annex M بالنتائج في الحزمة الهابطة و ذلك لأنهما يستخدمان نفس الحزمة الترددية في مجال الحزمة الهابطة .يوضح الشكل الآتيمقارنة الحد الأقصى لسرعة البيانات في تقنيات ADSL2+ Annex M و ADSL2+Annex A في الاتجاه الهابط .



الشكل(5) تأثير طول الكبل في تقنيات ADSL2+ Annex M و ADSL2+ في الاتجاه الهابط

2 دراسة تأثير التسامع في خطوط المشترك الرقمي:

يحدث التسامع نتيجة التيار المتردد للإشارة المارة في أحد أسلاك الكابل حيث يحدث مجال مغناطيسي على طول الكابل،الذي بدوره يحدث تيارا" مساويا لتيار إشارة السلك الأصلي و ذلك في الأسلاك المجاورة للسلك وهو ما يعطي انطباعا بأن الإشارة قد انتقلت من سلك إلىأخر محدثة تسامعا" مع اشارة الأسلاك الأخرى.

وقد أخذ هذا الاسم cross Talk من المشاكل التي حدثت مسبقا أيام عصور الهواتف الكلاسيكية و التي كان من البديهي ان تستمع لمكالمات الأخرين وانت تهاتف شخصا" ما .

التسامع نوعان تسامع قريب near end crosstalk (NEXT)وتسامع بعيدfar end crosstalk (FEXT).

يعني FEXTأن التداخل يحدث في النهاية الأخري للكابل التي تستقبل الإشارة أي أن التداخل من هذا النوع لا ينتج إلا عند اقتراب الإشارة من المستقبل وNEXT يحدث عند انطلاق الاشارة من مصدرها بمجرد تحميلها على الكابل.

فيكون التسامع الكلي للإشارة عبارة عن مجموع التسامعات القريبة والبعيدة.[8] [9]

إنّ أنظمة خط المشترك الرقمي التي تمت دراستها في البحث، والتي ستعتبر هنا مصدرا" للتسامع هي إحدى الأنظمة الآتية:

- ISDN.
- HDSL.
- HDSL2.
- E1

- ADSL (FDM).
- ADSL (EC).
- VDSL.

- **ISDN(Integrated Service Digital Network):[13]**

هذا المعيار صادر عن هيئة الاتحاد الدولي للاتصالات، يقدم المعيار نموذج شبكة رقمية بخدمات متكاملة، تهدف إلى تكامل الصوت والصورة والبيانات عبر وسط واحد لربط مختلف التجهيزات، يعزى عدم انتشار هذه التقنية لأنها عالية الكلفة بالنسبة للمستعملين.

- **HDSL(High data rate Digital Subscriber Line)**:[17]

وهو نوع من الاصدارات الاولى من الخطوط الرقمية المتناظرة، تعتبر تقنية HDSL الاسلوب الافضل لإرسال سرعتي بيانات تقنيتي E1 وT1 خلال زوج نحاسي من الاسلاك، تستخدم تقنية HDSL تقنيات تعديل متقدمة جدا بالمقارنة مع T1 وE1.

ويمكنها إرسال البيانات بسرعات تصل حتى 1.544Mb/s ، أوتصل سرعتها حتى 2.048Mb/s.

لا تسمح هذه التقنية باستخدام الخط الهاتفي لإجراء مكالمات صوتية. في نفس الوقت أثناء إرسال البيانات

- **HDSL2 (High data rate Digital Subscriber Line2):[15]**

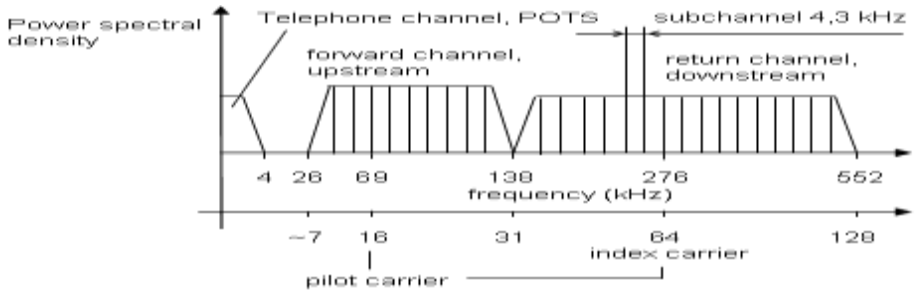
وهو الاصدار الثاني من الخطوط الرقمية المتناظرة،يمكنه إرسال البيانات بسرعات تصل حتى 4.069 Mb/s.

- **E1**:[14]

تعد هذه الخطوط الهيكل الأساسي في خدمة الاتصالات الأوروبية الرقمية، وقد تم تعريف المعيار من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات، يتم بناء دارة الخط لهذا المعيار بواسطة تجميع 30 قناة صوتية إلى قناتي تحكم ويتشكل بذلك خط يعمل بمعدل إرسال 2.048Mb/s

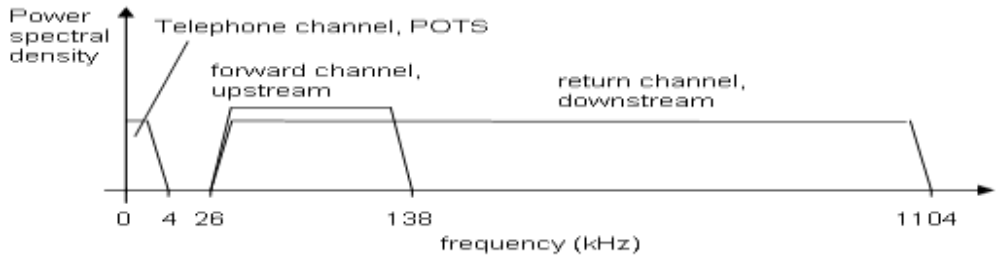
- **ADSL:[10]**

تعمل تقنية تقسيم التردد (**FDM**) على تقسيم المجال الترددي 1.1 MH للسلك النحاسي إلى مجموعة من القنوات حيث يخصص للقناة الواحدة 4.3125 KHZ، وهي تغطي السعة الفعلية للقناة 3.1 KHZوتتيح لها عدم التداخل مع القنوات المجاورة . يخصص المجال (0–4KHZ) لحمل الإشارة الهاتفية الصوتية (POTS)، ويمكن تجميع القنوات التي تغطي المجال (25 KHZ–1100KHZ)كقنوات تحميل أو قنوات ترحيل عندما يكون عدد قنوات التحميل مساويا عدد قنوات الترحيل عندئذ يكون الخط متناظر والخط الأكثر استعمالا "هو الخط اللامتناظرADSL بسبب أن المستعمل يحتاج للتحميل أكثر من التنزيل، يوضح الشكل التالي تقنية FDM للخط اللامتناظر:



الشكل (6) تقنية FDM للخط اللامتناظر[10]

- هناك طريقة معدلة تدعى إلغاء الصدى (Echo Cancellation) تتمثل في تداخل مجالي قنوات التحميل والترحيل، تكمن فائدة هذه التقنية أنه في كل كبل نحاسي صدى ينشأ عند وصول الإشارة للنهاية وارتدادها وبالتالي فإن الإشارة الناتجة أصبحت أضعف من الإشارة الأصلية، هذا الصدى سيؤثر بشكل واضح، لذلك توضع في نهاية السلك مخمد صدى لامتصاص الإشارة لكنه غالي الثمن، يوضح الشكل التالي تداخل مجالي التحميل والترحيل لإلغاء الصدى:



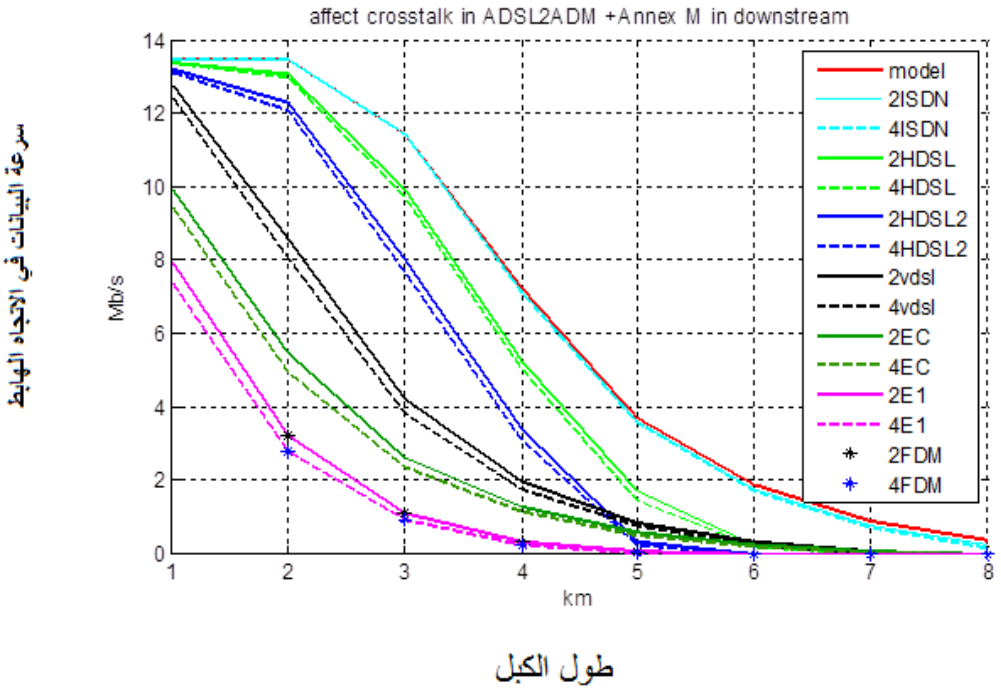
الشكل (7) تداخل مجالي التحميل والترحيل لإلغاء الصدى[10]

- **[16]:Very high bit rate Digital Subscriber Line (VDSL)**

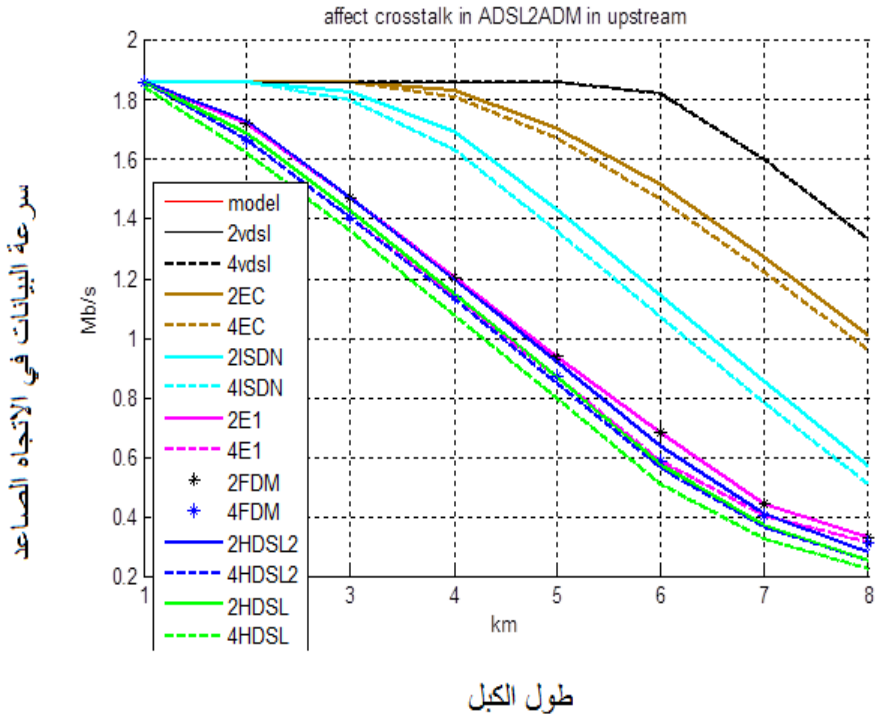
إن هذه التقنية تقدم أعلى معدل للبيانات بين تقنيات الخطوط الرقمية، حيث يدعم سرعة إرسال غير متناظر تصل حتى 52 ميغابت/ثا لمسافات قصيرة، تعد هذه الخدمة موثوقة اقتصادية ومرنة، تدعم سرعات نقل عالية جدا، ذات تكاليف منخفضة، ذات كفاءة عالية في توظيف البنية التحتية للاتصالات، كما أنها تعتبر متوافق بشكل كامل مع تقنية Ethernet.

بعد دراسة التسامع سنقوم بإدراج جدول ليرشدنا أي من الأنظمة تحقق معدل سرعة نقل أكبر للمعيار المدروس وتم الاشارة اليه بإشارة الصح، وأي منها يعد النظام الأسوأ الذي لا ينصح بتجاوره للمعيار المدروس بسبب التسامع الكبير الذي تسببه فتنخفض سرعة النقل فيه بشكل كبير وتم الاشارة اليه بإشارة الخطأ، وأي منها تأثيره لا يعد الأفضل ولا الأسوأ وتم الاشارة اليه بكلمة maybe.

توضح الأشكال الآتيةسرعة البيانات للمعيار ADSL2Annex Aو ADSL2 Annex M عند تأثرها بالتسامع الكلي الناتج عن تجاور الأنظمة الموضحة بالشكل علما" أن سرعة البيانات المثالية هي model التي تنتج عن عدم وجود تسامع للمعيار المدروس :



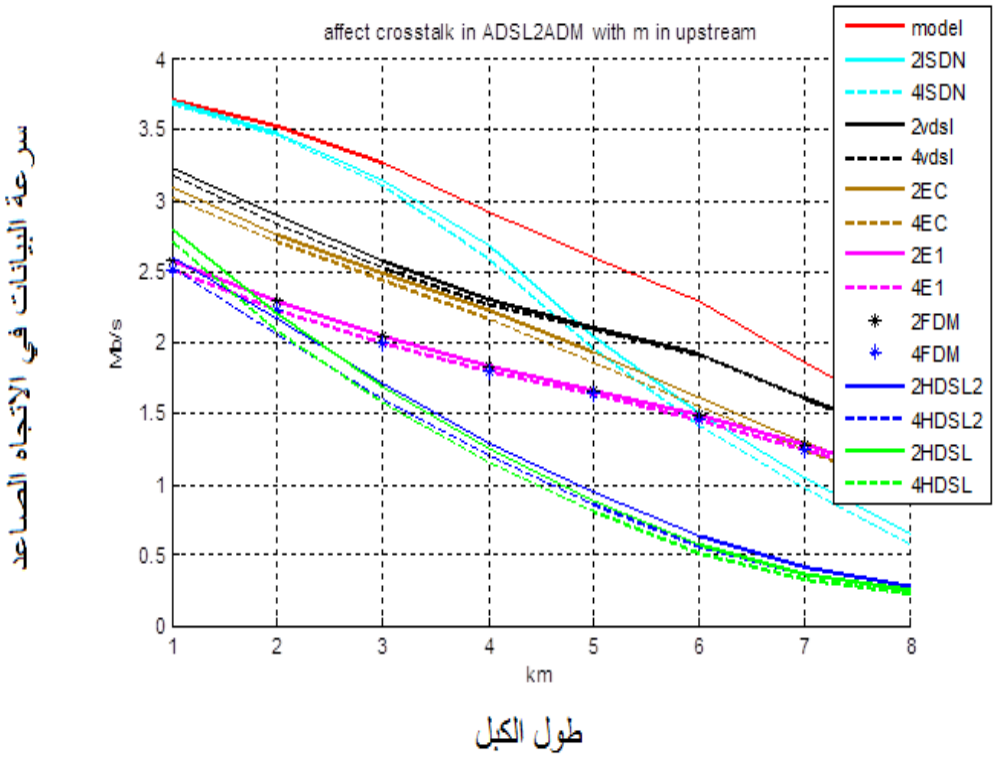
الشكل(8) تأثير التسامع في تقنيات ADSL2 Annex M وADSL2Annex A في الاتجاه الهابط



الشكل(9) تأثير التسامع في تقنية ADSL2Annex A في الاتجاه الصاعد

الجدول(2) دراسة التسامع لخط ADSL2 Annex A

ADSL(EC)	E1و ADSL (FDM)	HDSL2	HDSL	ISDN	VDSL	ADSL2 (Annex A)
maybe	×	maybe	✓	✓	maybe	الاتجاه الهابط
✓	×	×	×	maybe	✓	الاتجاه الصاعد



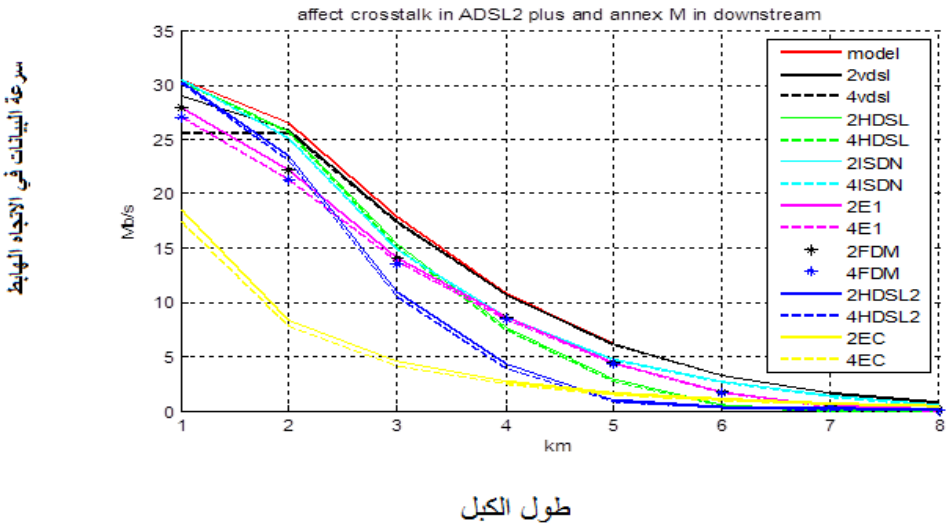
الشكل(10) تأثير التسامع في تقنية ADSL2 Annex M في الاتجاه الصاعد

بعد دراسة التسامع للتقنية المدروسة يمكن إدراج الجدول الآتي:

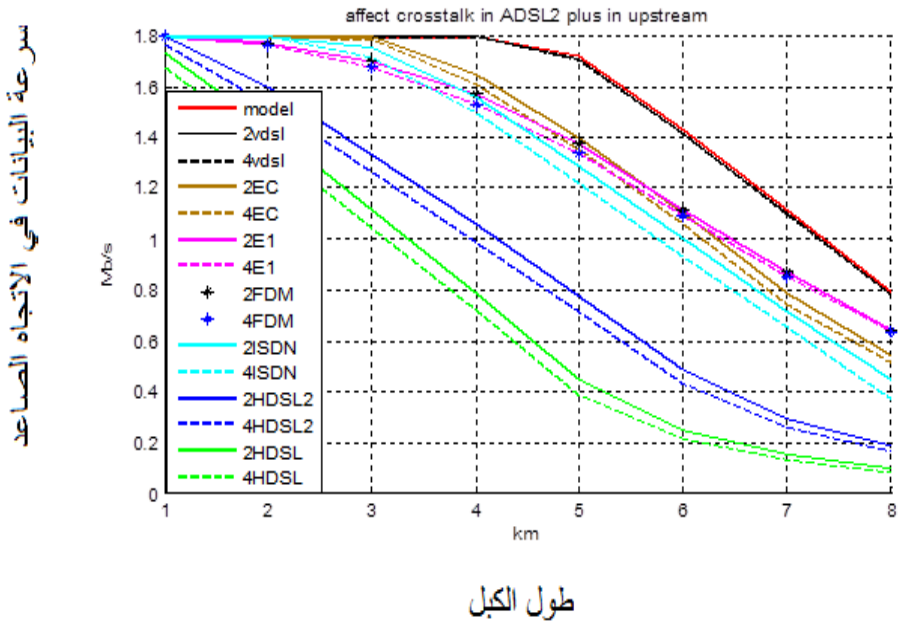
الجدول(3) دراسة التسامع لخطADSL2 Annex M

ADSL(EC)	E1و ADSL (FDM)	HDSL2	HDSL	ISDN	VDSL	ADSL2 Annex M
maybe	×	maybe	✓	✓	maybe	الاتجاه الهابط
maybe	maybe	×	×	✓	maybe	الاتجاه الصاعد

توضح الأشكال الآتية سرعة البيانات للمعيار ADSL2+ Annex A وADSL2+ Annex M عند تأثرها بالتسامع الكلي الناتج عن تجاور الأنظمة الموضحة بالشكل علما" أن سرعة البيانات المثالية هي model التي تنتج عن عدم وجود تسامع للمعيار المدروس :



الشكل(11) تأثير التسامع في تقنية ADSL2+ Annex M وADSL2+Annex A في الاتجاه الهابط

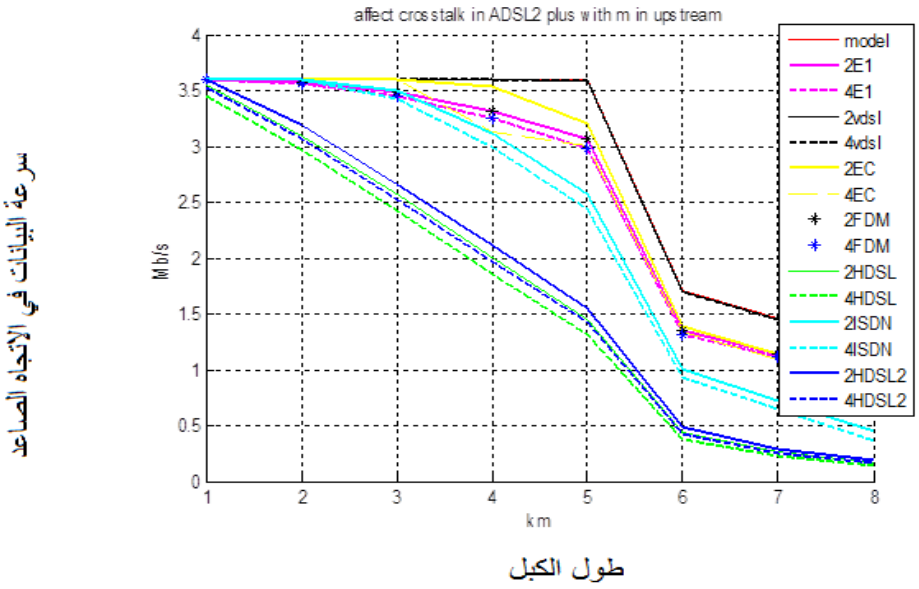


الشكل(12) تأثير التسامع في تقنيةADSL2+Annex A في الاتجاه الصاعد

بعد دراسة التسامع للتقنية المدروسة يمكن إدراج الجدول الآتي:

الجدول(4) دراسة التسامع لخط(Annex A) ADSL2+

ADSL (EC)	ADSL (FDM) و E1	HDSL2	HDSL	ISDN	VDSL	ADSL2+ (Annex A)
maybe	maybe	maybe	×	maybe	✓	الاتجاه الهابط
maybe	maybe	×	×	maybe	✓	الاتجاه الصاعد



الشكل(13) تأثير التسامع في تقنيةADSL2+Annex M في الاتجاه الصاعد

بعد دراسة التسامع للتقنية المدروسة يمكن إدراج الجدول الآتي:

الجدول (5) دراسةالتسامع لخطADSL2+ Annex M

ADSL(EC)	ADSL (FDM) و E1	HDSL2	HDSL	ISDN	VDSL	ADSL2+ Annex M
maybe	maybe	maybe	×	maybe	✓	الاتجاه الهابط
✓	maybe	×	×	maybe	✓	الاتجاه الصاعد

الاستنتاجات والتوصيات:

إن المعيار المقدم في تقنية ADSL يحقق السرعات الأدنى لنقل البيانات كلما زاد طول كبل خط المشترك الرقمي في حين إن المعيار المقدم في تقنية ADSL2زيادة في طول الدارة المحلية بحدود 0.2Km (600 قدم) في حين أن المعيار المقدم في تقنية +ADSL2 يحقق الوصول لمسافات أطول محافظة على سرعات تحميل أعلى من التقنيات الأخرى وتستطيع التقنية +ADSL2 الوصول لمسافات تصل لحوالي 7 Km في الظروف المثالية .

لا يختلف Annex A وAnnex M بالنتائج في الحزمة الهابطة ولكن يحقق المعيار Annex M سرعة تساوي ضعف سرعة Annex Aفي الاتجاه الصاعد.

بعد دراسة التسامع للمعيار ADSL2 (الاصدار الثاني) ينصح في الاتجاه الهابط للملحق A والملحق M باستخدام النظام ISDN، أما في الاتجاه الصاعد فإن أفضل نظام ينصح بتجاوره للملحقA هو VDSL، وأفضل نظام ينصح بتجاوره

للملحق Mهو ISDN .

لا ينصح في الاتجاه الهابط للملحق A والملحق Mباستخدام الأنظمة (ADSL (FDM و E1، أما في الاتجاه الصاعد فإن أسوأ نظام لا ينصح بتجاوره للملحقA و للملحق Mهو HDSL.

أما بالنسبة للمعيار+ADSL2 (الاصدار الثاني المضاعف) ينصح في الاتجاه الهابط للملحق A والملحق M باستخدام النظامVDSL ، أما في الاتجاه الصاعد فإن أفضل نظام ينصح بتجاوره للملحق A والملحق Mهو VDSL.

لاينصح في الاتجاه الهابط للملحق A والملحق Mباستخدام النظام(EC)ADSL ، أما في الاتجاه الصاعد فإن أسوأ نظام لا ينصح بتجاوره للملحق A و للملحق M هو HDSL .

يمكن وضع عدة مقترحات منها:

- تطبيق الدراسة على خطوط المشترك الرقمي غير المتناظر الخاضعة لتقنية إلغاء الصدى.
- تطبيق الدراسة على خطوط المشترك الرقمي غير المتناظر الخاضعة لتقنية تقسيم التردد.
- تطبيق الدراسة على أنظمة خطوط المشترك الرقمي المتناظرة و غير المتناظرةVDSLبكافة الاصدارات.
- تطبيق الدراسة على المعيارADSL4 .

المراجع:

[1] ITU-T G.996.1 Test procedures for digital subscriber line (DSL) transceivers. 6/1999

[2] ITU-T G.992.1 Asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers. 6/1999

[3] ITU-T G.992.3 Asymmetric digital subscriber line transceivers 2 (ADSL2)(04/2009)

[4] ITU-T G.992.5 Asymmetric digital subscriber line transceivers 2(ADSL2) – Extended bandwidth (ADSL2plus) (01/2009)

[5] ITU-T G.992.5 Asymmetric digital subscriber line transceivers 2+ (ADSL2+)(09/2005)

[6] ITU-T G.992.5 Asymmetric digital subscriber line transceivers 2+(ADSL2+) – Extended bandwidth (ADSL2plus) (01/2009)

[7]- Edson Brito Jr.a, Lamartine V.de Souza*a, Éder T. Patrícioa, Agostinho L. S. Castroa, Gervásio P. dosS. Cavalcantea, JoãoCrisóstomo W. A. Costa a, KlasEricsonb, Fredrik Lindqvistb, JaumeRius I Riub ," A Methodology for Measurements of Basic Parameters in a xDSL System",2012

[8]- ChaohuangZeng, Carlos Aldana, Atul A. Salvekar, "Crosstalk Identification in xDSL Systems", IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS, VOL. 19, NO. 8, AUGUST 2001.

[9]- EleftheriosKaripidis, Nicholas Sidiropoulos, Amir Leshem, Li Youming, RabahTarafi and Hubert Mariotte, "Crosstalk Models for Short VDSL Lines from Measured 30MHz Data", EURASIP Journal on Applied Signal Processing Article ID 85859, Pages 1–9 ,2006.

[10]- EleftheriosKaripidis, Nicholas Sidiropoulos, Amir Leshem, Li Youming, RabahTarafi and Hubert Mariotte, *"ADSL Power Spectrum Density Calculation "*, 2011.

[11]- SadiqKamelGharkanand,TalibMahmood Ali, "PERFORMANCE OF ASYMMETRICAL DIGITAL SUBSCRIBER LINE (ADSL)SYSTEM IN PRESENCE OF IMPULSE NOISE ", 2011.

[12] http://www.billion.com/edu/annexm.html (21-8-2014)

[13] http://www.kitz.co.uk/(18-4-2014)

[14] http://community.plus.net/(1-4-2014)

[15] https://www.ic.gc.ca/(3-3-2014)

[16] http://www.eetimes.com/(1-2-2014)

[17] http://www.itu.int/(1-1-2014)