مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٣) العدد (٧) 2019
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (3) No. (7) 2019

التأشير باستخدام بروتكول SS7 وتطبيقه في تقنية خط المشترك الرقمي غير المتناظر وذلك بوجود الضجيج النبضي

غسان محمد محمد*

(تاريخ الإيداع ١٧ / ٩ / ٢٠١٩ . قُبل للنشر ٢٨ / ١١ / ٢٠١٩)

الملخص

يتضمن البحث دراسة بنية بروتوكول نظام التأشير بنسخته السابعة، والذي يتضمن بنية كاملة الوظائف لإجراء تأشير خارج النطاق؛ دعماً لمهام إنشاء المكالمات والفوترة والتوجيه وتبادل المعلومات لشبكة الهاتف العامة التبديلية (PSTN). ويحدد الوظائف التي يتعين القيام بها بواسطة شبكة نظام وبروتوكول التأشير؛ لتمكينها من القيام بأدائها.

جرت محاكاة تقنية خط المشترك الرقمي غير المتناظر ADSL (أحد تطبيقات SS7 في ظل وجود ضجيج غوصي)، وجرى التوصل إلى العديد من النتائج والاستنتاجات التي تساعدنا في فهم أكبر لهذه التقنية، ودور نظام التأشير بشكل واضح .

كلمات مفتاحية : بروتوكول نظام التأشير ، SS7 ، التأشير ، خط المشترك الرقمي غير المتناظر ، محاكاة ADSL ، ضجيج نبضي.

*أستاذ مساعد – قسم هندسة تكنولوجيا الاتصالات – كلية هندسة تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات – جامعة طرطوس – طرطوس – سورية.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٣) العدد (٧) 2019
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (3) No. (7) 2019

Signaling using the SS7 protocol and its application in the Asymmetric Digital Subscriber Line with pulse noise

Ghassan Mohammed Mohammed*

(Received 17 / 9 / 2019 . Accepted 28 / 11 / 2019)

ABSTRACT

The study includes a study of the signaling system 7 architecture, which is an architecture for performing out-of-band signaling in support of the call-establishment, billing, routing, and information-exchange functions of the public switched telephone network (PSTN). It identifies functions to be performed by a signaling-system network and a protocol to enable their performance .

The ADSL technology was simulated as an SS7 application in the presence of Pulse noise. Several results and conclusions were reached that help us to understand the technology and the role of the embedded signaling system.

Key Words : signalling system Protocol , SS7 , signaling , Asymmetric Digital Subscriber , ADSL simulation , pulse noise

*Assistant Professor, Department of Communications Engineering, Faculty of ICT Engineering, Tartous, University, Tartous, Syria.

مقدمة :

يتسم القرن الحادي والعشرون بتسارع كبير في وتيرة التطور التكنولوجي، حيث يشهد العالم بأكمله تطوراً كبيراً في مجالات العلوم التكنولوجية والاتصالات، في ضوء هذا كله تعد أنظمة التأشير في مجال الاتصالات هي القلب النابض لأية منظومة .

هدف البحث وأهميته :

تنحصر الغاية الأساسية من هذا البحث في دراسة آلية التأشير المستخدمة؛ لضمان تحقيق اتصال بين الشبكات المختلفة، من ضمنها شبكات المقاسم الحديثة؛ لكي تمتلك القدرة على نقل البيانات فيما بينها من جهة، وبين المقاسم العالمية من جهة ثانية، وفق معيار محدد من قبل الهيئة العالمية للاتصالات. وتبيان مدى أهمية التأشير وبروتوكولاته، وأهمها ss7 الأحدث والأكثر تطوراً؛ وسنقوم بدراسة أحد تطبيقات بروتوكول التأشير ss7، وبوجود الضجيج الغاوصي، وإظهار النتائج التي تبين لنا توزع البتات على الأقنية الفرعية، وأثر الضجيج النبضي على خط المشترك الرقمي .

وتكمن أهمية هذا البحث في أن نظام ss7 جرى اعتباره أنه حجر الأساس لإتمام عملية الاتصال الوسيطة، من شبكة إلى شبكة أخرى؛ بالتالي فإن SS7 هو بروتوكول تحكم حقيقي يُستخدم لتزويد العناصر المختلفة خلال شبكة الهاتف بالتعليمات المطلوبة، لأداء الوظائف المتعددة (توجيه المكالمات والخدمات المفعلة على خط المشترك و...) .

ما يجدر بنا معرفته أن نظام SS7 جرى وضعه وتطويره ليبقى نظام التأشير الأساسي في بنية شبكات الاتصالات وركيزتها؛ إلا أنه قد يتم تعديل الطبقات السفلية فيه لأغراض التطوير والملاءمة مع الشبكات الأخرى .

طريقة البحث :

اعتُمدت في هذا البحث منهجية المحاكاة الحاسوبية، وجرى اعتماد التسلسل الآتي في البحث :

- لمحة عامة عن التأشير الخاص بشبكات المقاسم وعناصرها وأنواعها .
- البنية الخاصة بشبكات التأشير SS7، والتي تعتمد على دارات مستقلة فيزيائياً عن الدارات الصوتية .
- أنماط العقد الموجودة في شبكةSS7 (SS7 Nodes Types) .
- تصنيف الوصلات الموجودة في شبكات التأشير، والتي تستند إلى ماهية العناصر التي تقوم بعملية الوصل بينها .
- بنية الطبقات الخاصة ببروتوكول SS7.
- أهم أنظمة الاتصالات الشائعة في هذه الأيام، وخصوصاً خط المشترك الرقمي غير المتناظر ADSL والمنتشر انتشاراً كبيراً، والذي جرت محاكاته وإظهار أثر الضجيج الأبيض؛ بالإضافة إلى العديد من الاستنتاجات.

١ – أنواع التأشير في شبكات المقاسم :

يمثل التأشير العصب الرئيس في شبكة الاتصالات؛ حيث يساعد جميع أجزاء شبكة الاتصالات في العمل مع بعضها البعض، ويلعب دوراً أساسياً في مراقبة وتحقيق شبكة الاتصالات؛ فبواسطتها يحدث إتمام وإنهاء الاتصال بين طرفين، كما تقوم باختيار مسار الاتصال بينهما عندما يكون هناك اختيار.

وبواسطة التأشير يتم الإعلان عن مكالمة واردة، أو أنه يعطي معلومة بأن المشترك المطلوب مشغول .

وفي الحقيقة من الصعب قيام نظام اتصالات بدون نظام التأشير؛ لذلك يكون لزاماً علينا معرفة أنواع التأشير، والوظائف الرئيسة للإشارات المستخدمة في نظام الاتصالات الهاتفية.

بالتالي فإن التأشير يقسم تقليدياً إلى نوعين أساسيين [1]:

- تأشير النفاذ (تأشير حلقة المشترك مثلاً) والذي يهتم بالتأشير بين طرفية المشترك (الهاتف) والمقسم المحلي .
- تأشير الدارة (ويعني التأشير الداخلي في المقسم) والذي يهتم بالتأشير الداخلي في المقسم وما بين المقاسم مع بعضها البعض.

تأشير النفاذ (Access Signaling) :

هي إشارات متبادلة بين المشترك والمقسم تساعد على تحقيق الاتصال بينهما، وهذه الإشارات تكون مرافقة للمشترك في جميع الأحوال، وتتم عن معلومات خاصة بالمشترك مثل حالته ورقمه والمعلومات الأساسية عنه، ولا يمكن إجراء الاتصال الهاتفي بدونها؛ ومن هذه الإشارات [2][1] :

١– إشارة تنبيه المقسم wake up signal :

هذه الإشارة تظهر عند رفع المشترك السماعة لإيقاظ المقسم وتنبيهه لخدمة المشترك.

٢– نغمة الطلب Dial Tone:

إشارة من المقسم للمشترك الذي رفع السماعة وتعني أن المقسم جاهز لخدمته.

٣– إشارة نقل الأرقام Dialing Signal:

إشارة تخرج من جهاز المشترك إلى المقسم لتحمل المعلومات الخاصة بالمشترك المطلوب وتكون نبضات إذا كان الطلب بواسطة قرص pulse dialing أو عبارة عن خليط من الترددات، إذا كان الطلب بواسطة عدة بأزرار push–button dialing.

٤– إشارة الجرسRing Signal :

هي إشارة يرسلها المقسم للمشترك المطلوب في أثناء وضع السماعة؛ لإخباره أن هناك شخصاً يرغب في عمل محادثة هاتفية معه ألا وهو الشخص الطالب.

٥– نغمة المشغوليةBusy Tone :

هي نغمة يرسلها المقسم إلى المشترك الطالب لإخباره أنه لا يمكن إتمام المكالمة لانشغال المشترك المطلوب.

٦- إشارة التحرير أو الإنهاء Clear Signal :

هي إشارة يرسلها المشترك لإخبار المقسم بأن المشترك أنهى المكالمة الهاتفية، هذه الإشارة تخرج بمجرد وضع السماعة لإنهاء المكالمة.

إن أهم الأنظمة التي تستخدم تأشير الولوج [2] هي تأشير الخط التشابهي للمشترك في شبكة PSTN ونظام التأشير الرقمي (D551) في شبكة ISDN والتأشير بين طرفية المشترك MS (Mobile Station) والشبكة في نظام GSM .

تأشير الدارة (الترنك) (Trunk Signaling) :

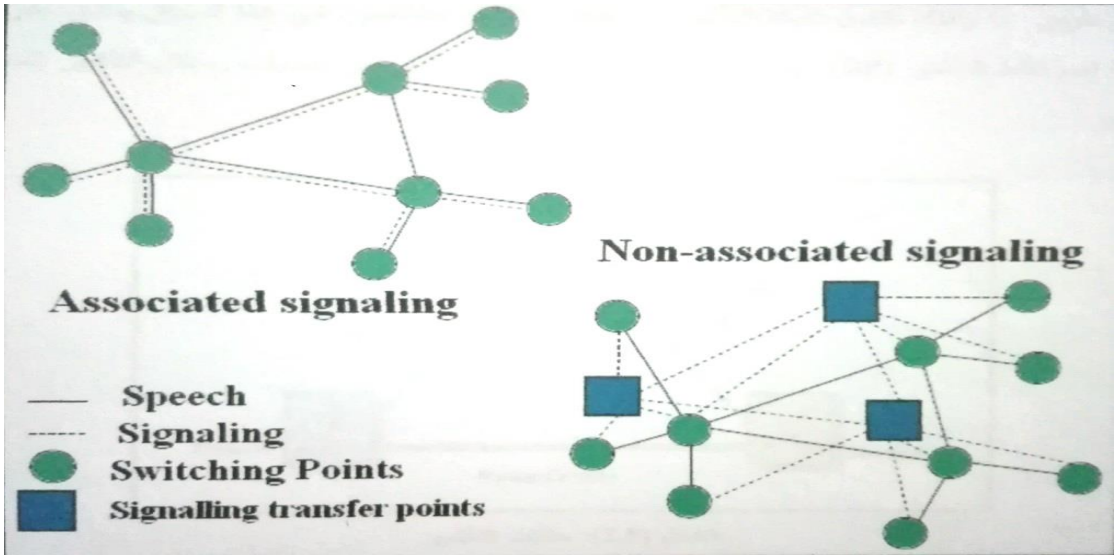
هي إشارات تمد المقسم بالمعلومات اللازمة التي تساعده على أداء وظيفة ما؛ مثلاً الاتصال بالمشترك المطلوب الإشراف على إتمام الاتصال بين الطالب والمطلوب ومتابعة المكالمة على طول المسار بينهما؛ حيث إن التطور في أنظمة التأشير بين المقاسم في السنوات الأخيرة جعلنا نميز بين مجموعتين رئيستين من أساليب التأشير:

- التأشير المرافق للقناة Channel-Associated Signaling (CAS)
- تأشير القناة المشتركة Channel Common Signaling (CCS)

إن أهم الأنظمة التي تستخدم مبدأ التأشير المرافق للقناة CAS هي نظم التأشير R2,R1,No,5system، أما تأشير القناة المشتركة فيعد أهم نظام يندرج في إطارها هو نظام التأشير SS7.

في التأشير المرافق للقناة يتم إرسال الإشارات اللازمة لعمليات التبديل ضمن دارة معينة خلال قناة التأشير المرافقة لها؛ حيث إنه مازال نظام CAS مستخدماً في شبكات PSTN، إلا أنه عند زيادة اتساع الشبكة يتم غالباً تطبيق نظام تأشير القناة المشتركة CCS والذي تكون فيه الدارات الخاصة بالبيانات والصوت منفصلة تماماً عن الدارات الخاصة بالتأشير، كما هو موضح في الشكل (١).

وتشترك بهذه الحالة بيانات التأشير في هذه الدارات للتحكم بكل ما يتعلق بالبيانات الأخرى، ومما لاشك فيه فإنه سوف يستبدل تماماً نظام التأشير المصاحب للقناة CAS بنظام SS7؛ لما له من المميزات غير المتوفرة في أي نظام آخر من ناحية السعة والسرعة والوثوقية والأمان والمرونة والاقتصادية [2].



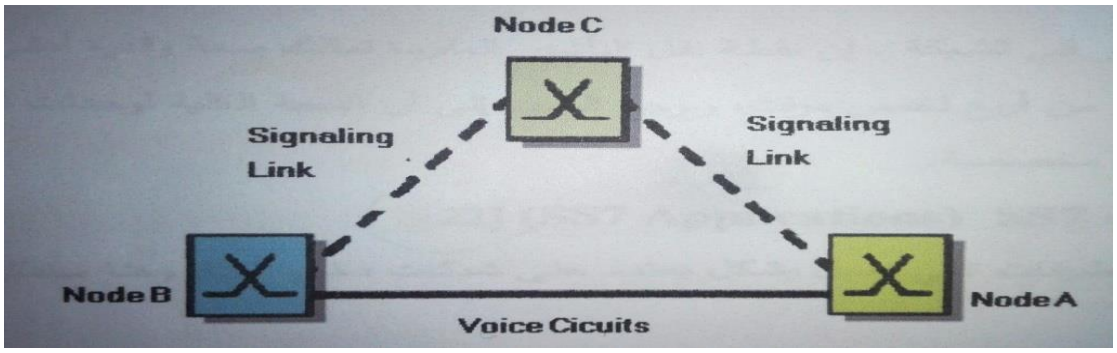
الشكل (١) أنواع تأشير الدارة.

شبكات التأشير (networks Signaling) :

تتكون شبكة التأشير من حلقات تأشير ومقاسم يطلق على المقاسم في الشبكة اسم نقاط التأشير (SP) .

وفقاً لهيكلية التأشير فليس من الضروري أن تكون جميع المقاسم في الشبكة موصولة داخلياً (Inter–Connected) مع حلقات التأشير، حيث توجد نقاط (STP) تشكل مركز الشبكة لتنظيم توجيه البيانات وتسهيلها في الشبكة [2] .

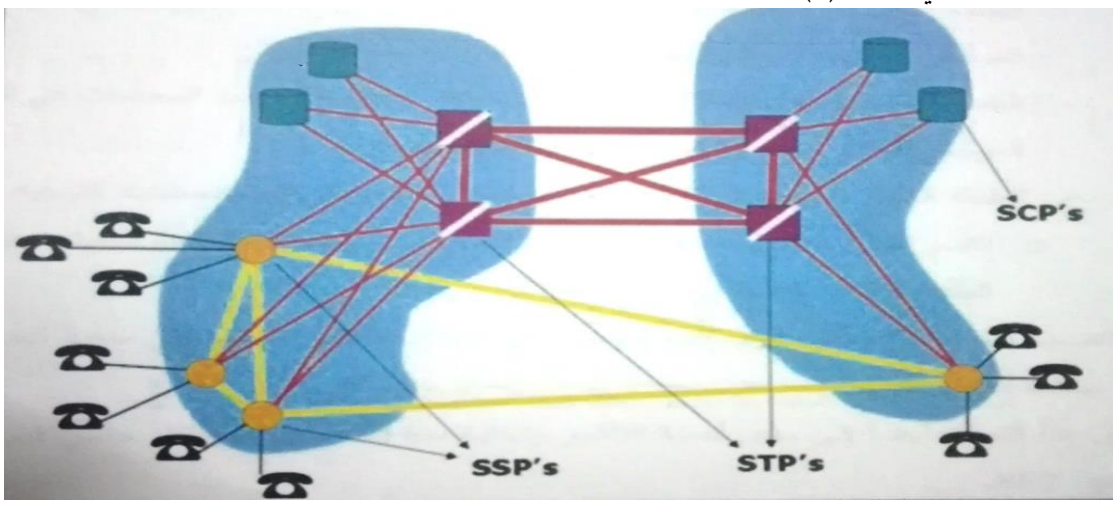
ففي الشكل (٢) فإن المقسمين (A وB) ليس لهما حلقات تأشير مباشرة بينهما، ولكن كل منهما له حلقة مباشرة لمقسم ثالث .



الشكل (٢) حلقات التأشير.

أنماط العقد الموجودة في شبكة SS7 (SS7 Nodes Types) :

تحتوي شبكة التأشير SS7 على عدة أنواع من العقد التي تؤمن عملية نقل حزم التأشير من خلالها [3]، وهذه العقد موضحة في الشكل (٣) .



الشكل (٣) العقد المكونة لشبكة التأشير SS7.

- نقطة تبديل الخدمة Service Switching point (SSP)

تقوم بتوصيل مستخدمي الهاتف والتجهيزات الطرفية إلى الشبكة. إن هذه العقد تحتوي مبدلات ذات قدرة معالجة كبيرة لكي تقوم بتوصيل كمية كبيرة من حركة بيانات المشتركين .

- نقطة تحويل الخدمة Signaling Transfer Point (STP)

وهي العقدة الأكثر أهمية؛ إذ إنها تقوم بلعب دور موجه SS7 وتوفر مسارات بديلة لتأمين المسار إلى الوجهة المطلوبة.

- نقطة التحكم بالخدمة Signaling Control Point (SCP)

هذه العقدة تزود بقاعدة البيانات ووظائف معالجة البيانات خلال الشبكة، كالفوترة والصيانة والتحكم بالمشترك وتحليل الرقم.

أنماط وصلات التأشير في النظام SS7 (SS7 Signaling links types) :

صُنِّفت وصلات التأشير منطقياً بواسطة أنماط معينة، وذلك تبعاً لاستخدام هذه الوصلة في شبكة التأشير SS7 [4] ، إن الشكل (٤) يبين الأنماط الأساسية للوصلات الموجودة في شبكة SS7 .

الوصلات من النمط A

إن هذه الوصلة تعرف باسم (وصلة الولوج Access)؛ حيث إنها تقوم بوصل نقطة التأشير النهائية (مثل نقطة التحكم بالخدمة SCP أو نقطة تبديل الخدمة SSP) إلى نقطة نقل الخدمة STP . حيث تحوي الوصلة " A" الرسائلَ التي يجري إرسالها واستقبالها من نقطة التأشير النهائية هذه.

الوصلات من النمط B

تعرف هذه الوصلة باسم (وصلة الجسر Bridge)؛ حيث إنها تقوم بوصل زوج نقاط نقل الخدمة STP بالأخرى . تقليدياً يتم وصل زوجي نقاط نقل التأشير المتقابلة بأربع وصلات (مثال عملية وصل نقاط نقل التأشير الموجودة في شبكة معينة مع نقاط نقل التأشير التابعة لشبكة أخرى). تجدر الإشارة إلى أن الاختلاف ما بين الوصلات من النمط B مع الوصلات من النمط D هو اختلاف عشوائي غالباً، لذلك في كثير من الأحيان يُشار إلى هذا النمط من الوصلات بالوصلات من النمط B/D .

٧-٣- الوصلات من النمط C

تعرف هذه الوصلة باسم (الوصلة المتداخلة Cross)؛ حيث إن هذه الوصلة تقوم بوظائف المطابقة ما بين أزواج نقاط نقل الخدمة المتماثلة . يُستخدم هذا النوع من الوصلات فقط عندما لا تملك نقطة نقل الخدمة STP أي مسار آخر لنقطة التأشير الهدف بسبب فشل وصلة أو مجموعة من الوصلات. تجدر الإشارة إلى أن نقاط التحكم بالخدمة SCP يمكن أن يتم استخدامها على شكل أزواج لتحسين درجة الوثوقية ، لكن على خلاف نقاط نقل الخدمة STP فإن نقاط التحكم بالخدمة المتماثلة SCP لا يتم توصيلها داخلياً بوصلات تأشير.

الوصلات من النمط D

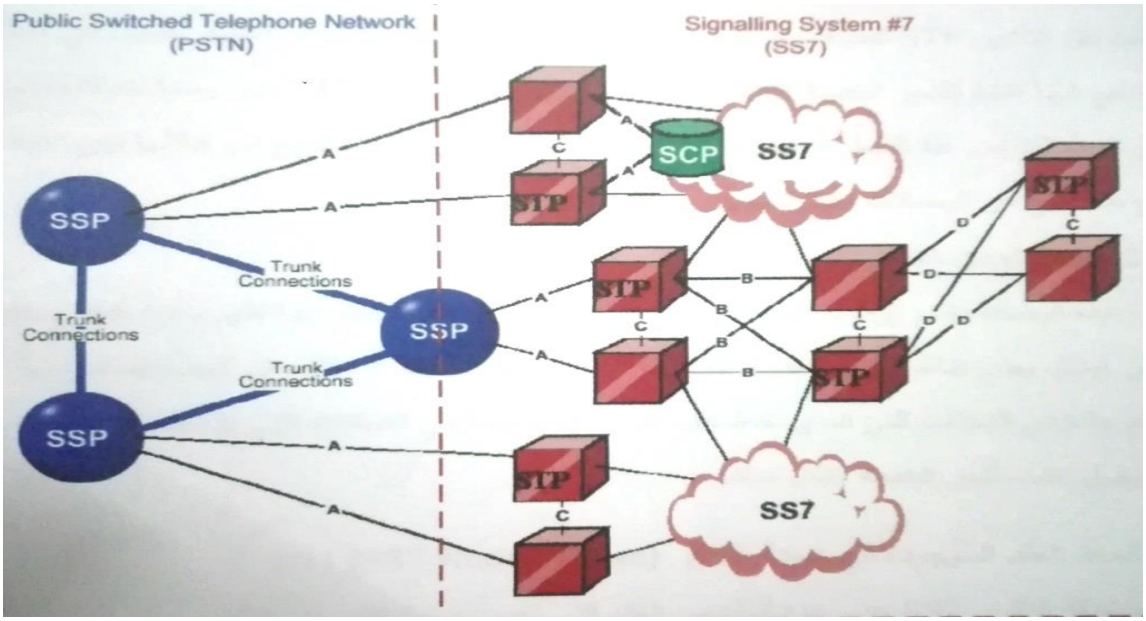
تعرف هذه الوصلة باسم (الوصلة القطرية Diagonal)؛ حيث إنها تقوم بوصل زوج ثانوي لنقاط نقل الخدمة STP (داخلي أو محلي على سبيل المثال) لزوج أساسي لنقاط نقل الخدمة STP (بوابة ضمن الشبكة – Inter Network على سبيل المثال) وهذا الوصل يتم بواسطة وصلات رباعية . بالتالي فإن نقاط نقل الخدمة الثانوية التي تكون ضمن نفس الشبكة يتم توصيلها بواسطة وصلات رباعية من النمط "D" ، أو قد يشار إليها بالوصلات B/D كما أسلفنا الذكر .

الوصلات من النمط E

تعرف هذه الوصلات باسم (الوصلة الممتدة Extended) ؛ حيث إنها تقوم بتوصيل نقاط تبديل الخدمة SSP إلى نقاط نقل الخدمة STP البديلة . إن الوصلات من النمط E تقوم بتأمين مسار التأشير البديل في الحالة التي لا تستطيع فيها نقاط تبديل الخدمة SSP الاتصال مع نقاط نقل الخدمة STP عبر وصلات الولوج من النمط A، إن الوصلات من هذا النمط عادة لا يتم وضعها إلا في الحالات التي نستطيع من خلالها تبرير زيادة الكلفة بوضع هذا النوع من الوصلات بغية الحصول على وثوقية أكبر .

الوصلات من النمط F

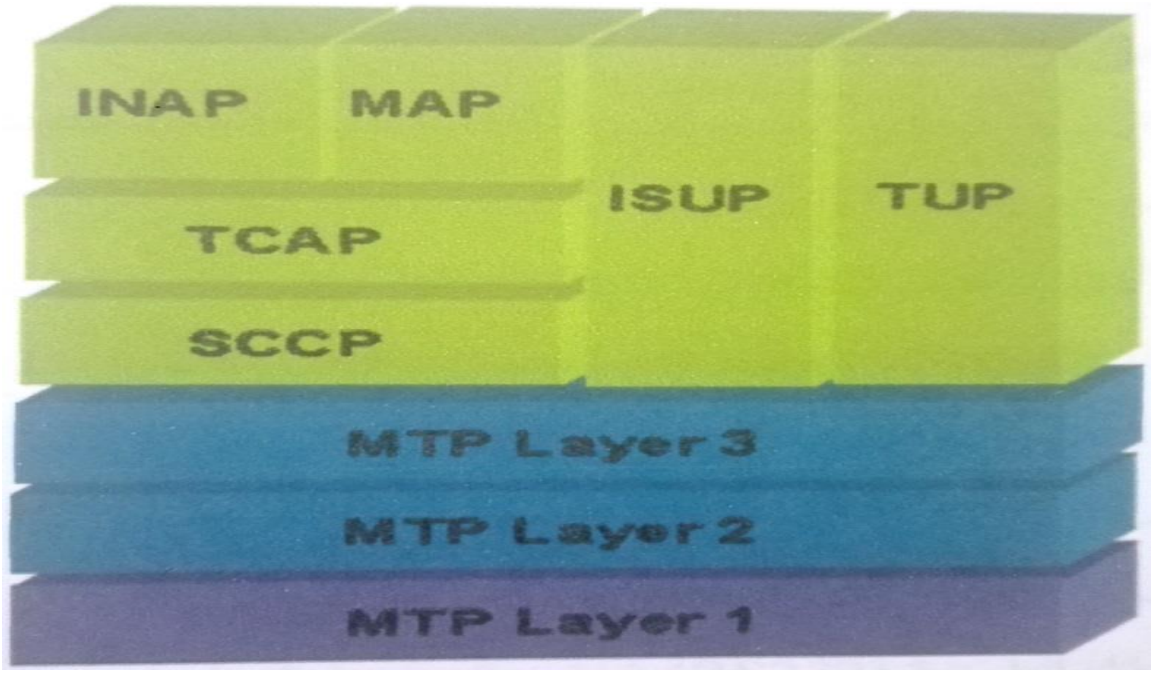
تعرف هذه الوصلة باسم (وصلة الربط التام Fully Associated) ؛ حيث إنها تقوم بربط نقطتي تأشير نهائيتين (وذلك يعني نقاط تبديل الخدمة SSP أو نقاط التحكم بالخدمة SCP) . لا تحتاج هذه الوصلة إلى إجرائيات البروتوكول المعقدة حيث تعمل بوضع التأشير المرتبط.



الشكل (٤) أنماط وصلات التأشير في النظام SS7 .

البروتوكول SS7 (The SS7 Protocol) :

جرى تعريف بروتوكول SS7 كمجموعة من البلوكات المستقلة وظيفياً، كل منها ينفذ وظيفة محددة، ولها واجهة معرفة [5] . إن الشكل (٥) يبين أساسيات البروتوكول SS7 .



الشكل (٥) الطبقات التي يتكون منها بروتوكول SS7 .

١- قسم نقل الرسالة Message Transfer Part (MTP) :

إن قسم نقل الرسالة يتألف من ثلاثة مستويات، مهمته الأساسية هي النقل الموثوق للرسائل؛ وذلك عبر شبكة SS7 حتى إذا كان يوجد بعض الإخفاقات في الشبكة.

١-١- الطبقة الأولى (MTP Layer ١) :

تقوم بتعريف الخصائص الكهربائية والفيزيائية والوظيفية الخاصة بوصلة التأشير حيث إن الرسائل الخاصة بالبروتوكول .ss7 هي ذات بنية مشابهة لبنية إطارات HDLC (أي أن كل رسالة يتم تحديد بدايتها ونهايتها بواسطة علم FLAG) .

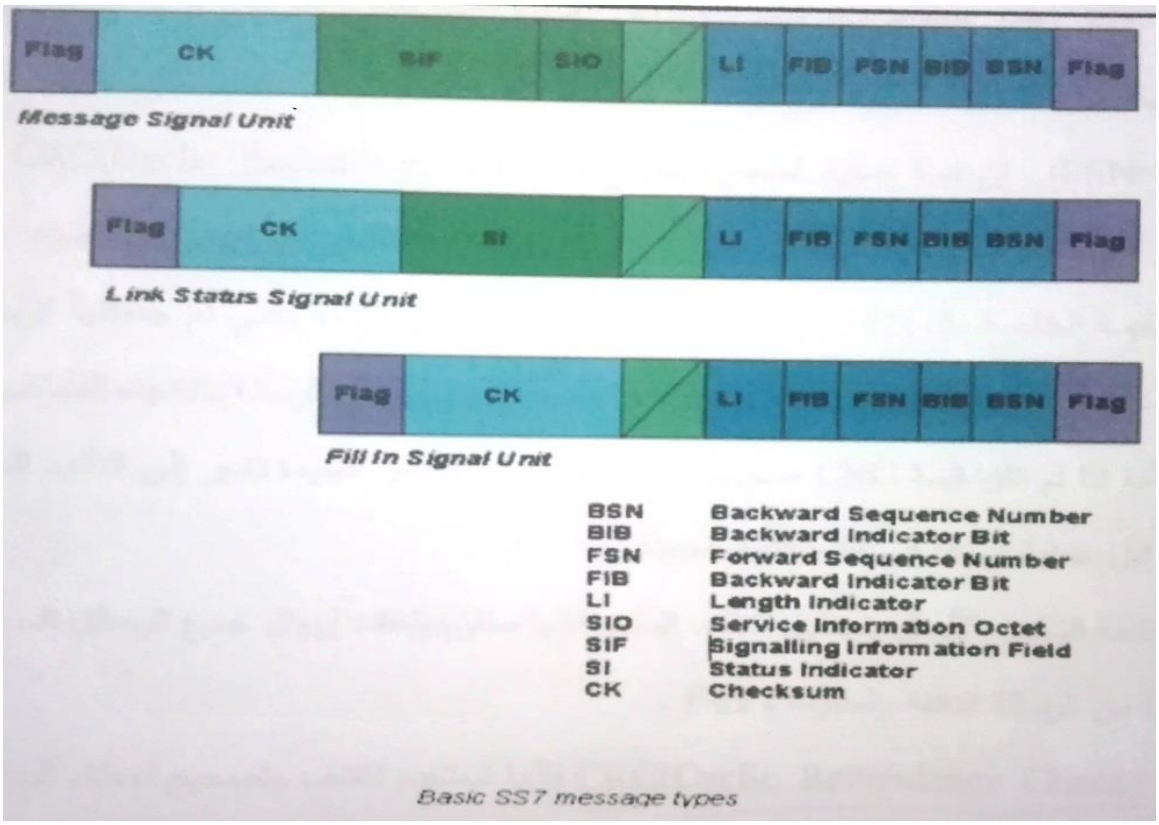
٨-٢- الطبقة الثانية (MTP layer ٢) :

إن هذه الطبقة تقابل طبقة ربط المعطيات في نموذج طبقات OSI تكمن وظيفته بالنقل الموثوق للرسائل بين العقد المتجاورة وضمان أن الرسائل يتم تسليمها بالتسلسل وبشكل خال من الأخطاء .

عندما لا يكون هناك معلومات تأشير منتظرة للإرسال من الطبقات العليا فإن بروتوكول SS7 يقوم بتحديد إرسال الإطارات الفارغة والمعروفة بإطارات ملء الفراغات Fill in signal units (FISU) ما يسمح بالكشف السريع لأي فشل أو قطع في الاتصال .

قبل أن تصبح وصلة SS7 قادرة على نقل المعلومات من الطبقات العليا فإن عناصر الطبقة الثانية في كلتا النهايتين للوصلة تتبع إجراء (handshaking) والذي يعرف بالفترة الاختبارية ويبقى ما بين ٠,٥ إلى ٨,٢ ثانية .

إن الشكل (٦) يوضح الأنماط الأساسية الثلاثة للرسائل المرسلة عبر الطبقة الثانية.

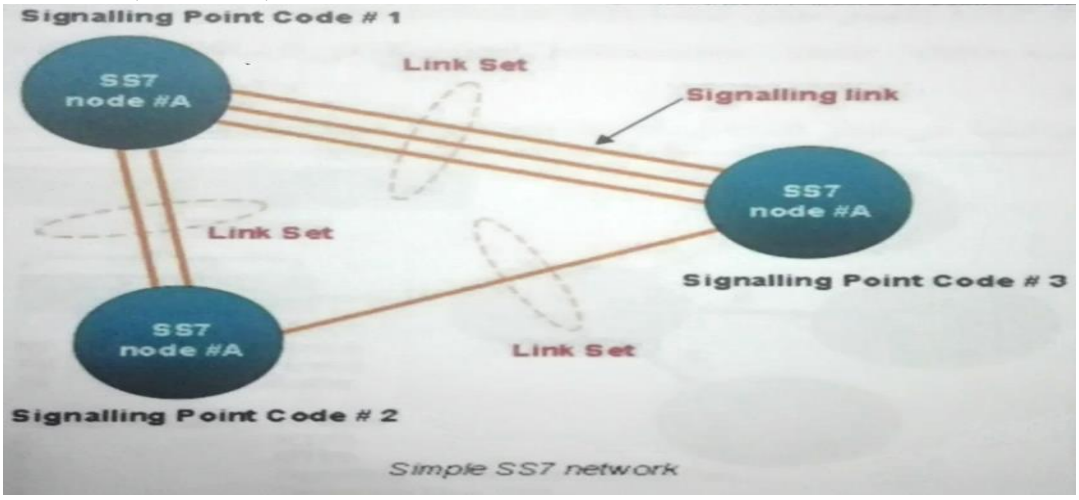


الشكل (٦) الأنماط الأساسية للرسالة .

١-٣- الطبقة الثالثة (Layer MTP ٣) :

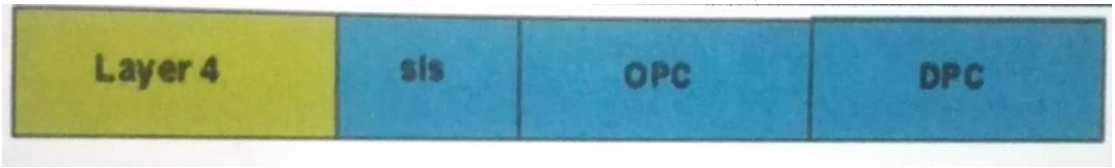
تؤمن هذه الطبقة عملية توجيه الرسالة وآليات معالجة الفشل في عملية نقل الرسالة. كل عقدة SS7 يتم تعريفها بشكل فريد خلال الشبكة باستخدام عنوان SS7 يدعى برمز النقطة Code Point .

كل وصلة SS7 مستقلة قادرة على حمل الحركة الخاصة بآلاف الدارات؛ حيث إن فشل إحدى هذه الوصلات يسبب تعطل كل هذه الدارات التي يتم التحكم بها، من أجل الوثوقية، وأيضا من أجل زيادة السعة يتم استخدام أكثر من قناة تأشير بين أي عقدتين متصلتين باستخدام SS7 كما هو مبين في الشكل الآتي (٧) .



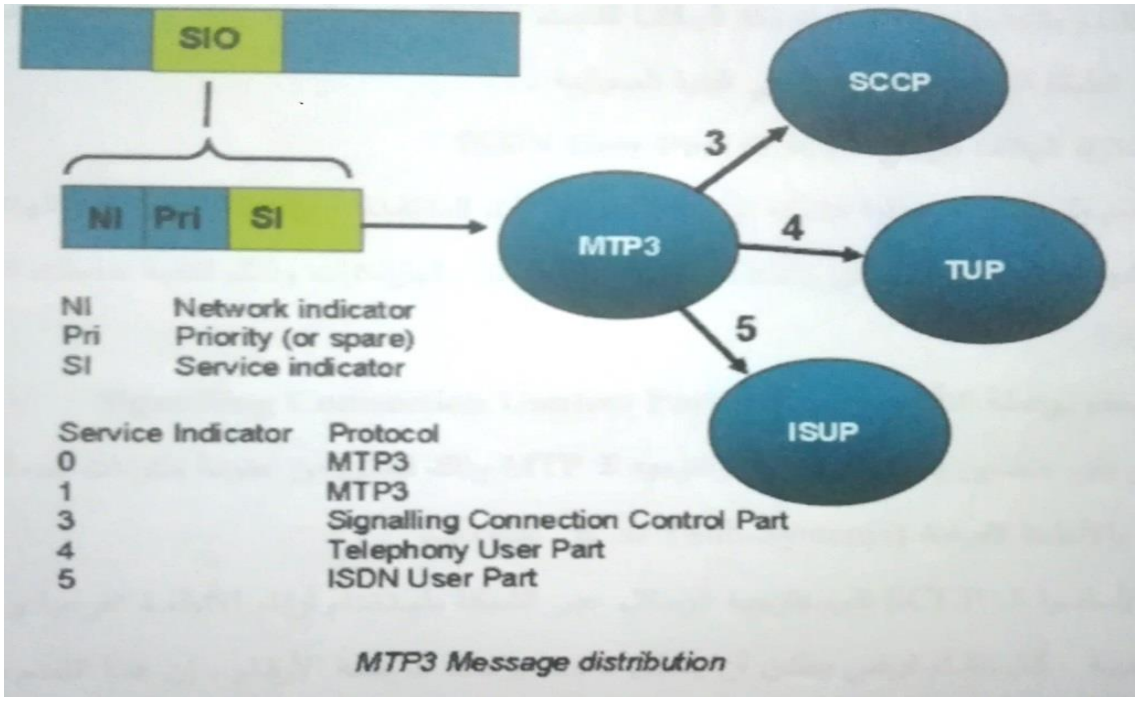
الشكل (٧) بنية مبسطة لشبكة SS7 .

يبين الشكل (٨) الشكل الأساسي لقسم الترويسة لرسالة SS7 (header MTP3).



الشكل (٨) ترويسة MTP3 .

تؤمن طبقة MTP3 خدمة موثوقة لنقل الرسالة إلى بروتوكولات الطبقات العليا والتي تستخدم MTP كخدمة نقل للرسالة إلى ما يسمى بأقسام المستخدمينUser parts . لكي يتم تسليم الرسالة المستقبلة إلى قسم المستخدم الصحيح فإن MTP تتفحص مؤشر الخدمة Indicator Service (SI) والذي يشكل القسم الخاص بمقطع معلومات الخدمة service Information octet (SIO) في الرسالة المستقبلة [6] كما هو مبين في الشكل (٩) . إن SIO تحتوي أيضاً مؤشرَ الشبكة (ممكناً بذلك تحديد انتقال الرسالة بأن يتم على شبكة محلية أو دولية).



الشكل (٩) عملية توزيع رسالة MTP3 .

٢- بروتوكولات الطبقة الرابعة (Layer 4 protocols) :

إن بروتوكولات الطبقة الرابعة تعرف محتويات الرسالة المرسلة إلى MTP3 وتتابع الرسائل؛ وذلك لضبط موارد الشبكة التي مثالها الدارات وقاعدة البيانات، لقد تغيرت بروتوكولات الطبقة الرابعة عبر مراحل تطور الأنواع المختلفة للشبكات ، إذ لدعم تطبيق الشبكات اللاسلكية مثلاً يتم إضافة قسم خاص به في الطبقات العليا والخاصة بقسم المستخدم ، إلا أننا سنورد الأجزاء الأساسية الموجودة في الطبقات العليا بشكل عام [6] .

- **قسم مشترك الهاتف Telephony user part (TUP)**

يزود هذا القسم بالخدمات التقليدية لشبكة الهاتف الثابت PSTN عبر شبكة SS7 . إن هذا القسم كان أول برتوكول في الطبقة الرابعة قد تم تعريفه في البنية المعيارية .

- **قسم مشترك الهاتف الرقمي ISDN user part (ISUP)**

يزود هذا القسم بالخدمات المتطلبة للشبكة الرقمية ذات الخدمات المتكاملة ، إن هذا القسم يدعم الهاتف الأساسي بطريقة مشابهة للقسم السابق ولكن باختلاف أكبر في الرسائل والبارامترات وذلك لتنفيذ خدمات النمط الرقمي ضمن الشبكة.

- **قسم التحكم بوصلة التأشير Signaling connection control part (SCCP)**

إن هذا القسم يقوم بتحسين إمكانيات العنونة والتوجيه لل MTP وذلك ليتمكن من عنونة مكونات المعالجة المستقلة أو ما يعرف بالأنظمة الفرعية (Sub-Systems) عند كل عقدة تأشير .

- **قسم التطبيقات ذات الإمكانيات التبادلية الإجرائية (TC or TCAP Capabilities) Transaction**

يزود هذا القسم بطريقة بنيوية لإجراء عملية ما في عقدة بعيدة ، معرفاً تدفق المعلومات اللازم لضبط هذه العملية وإعطاء تقرير بنتيجتها .

- **قسم تطبيقات الهواتف المتنقلة Mobile Application part (MAP)**

إن هذا القسم يستخدم عبر الشبكات اللاسلكية المتنقلة لتأمين عدة وظائف أهمها الولوج لمعلومات التجوال Roaming Information وضبط عمليات التسليم (Hand-Over) والتزويد بخدمات الرسائل القصيرة short Message service.

- **قسم تطبيقات الشبكة الذكية Intelligent network application part (INAP)**

تزود بنية الشبكة هذه ببعض الخدمات الذكية وتقوم بتضمينها في عقدة SSP؛ معطية بذلك واجهة معرفة ومفتوحة للخدمات المولدة بشكل سريع في بيئة تعدد المزودين.

تطبيقات شبكات SS7 (SS7 Applications) :

وهناك عدد كبير من التطبيقات التي تعمل بشكل يعتمد على شبكات نظام SS7 وهنا سنذكر أهم هذه التطبيقات المستخدمة حالياً :

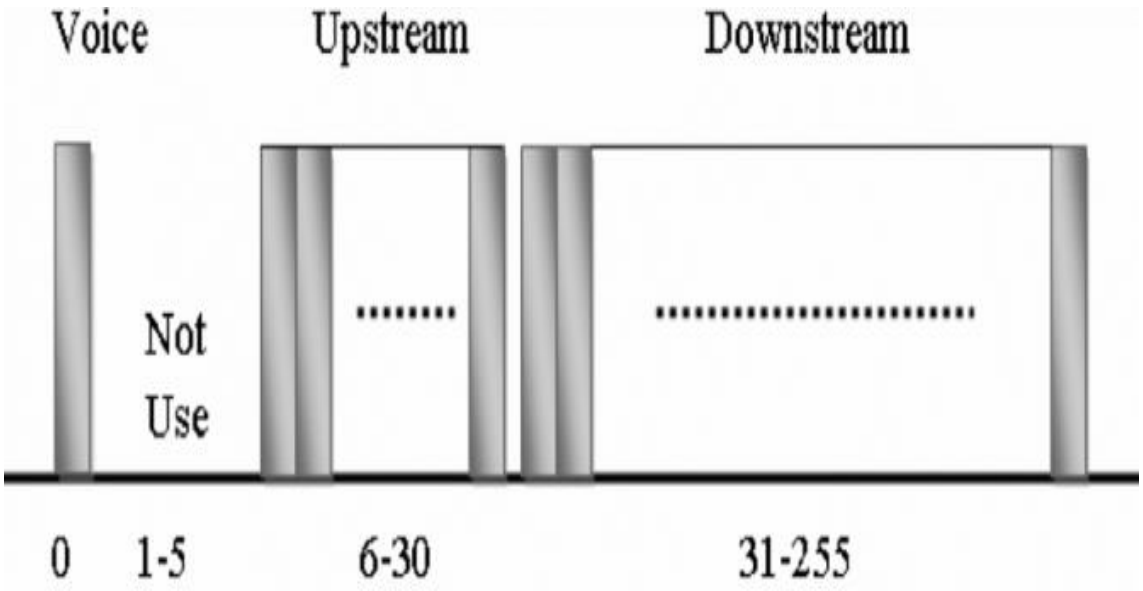
a) الشبكات الذكية .
b) الشبكة الرقمية ذات الخدمات المتكاملة ISDN .
c) الشبكات اللاسلكية .
d) شبكات الفيديو .

بالإضافة إلى اتصالات البيانات عريضة المجال [6] .

تطبيق التأشير باستخدام بروتكول SS7 في تقنية ADSL وذلك بوجود الضجيج النبضي :

إن تقنية خط المشترك الرقمي ADSL تمكننا من نقل معلومات رقمية بسرعة عالية عبر خطوط الهاتف السلكية المعتادة، وإن هذه السرعة العالية تتطلب معالج إشارة متقدمة للتغلب على معوقات الإرسال الناتج عن ضوضاء الحديث المتبادل بين المشتركين لخطوط أخرى والموجود ضمن نفس حزمة الأسلاك والضوضاء الإذاعية، وكذلك الضوضاء النبضية وهي غير ثابتة لأنها ناتجة من المجالات الكهرومغناطسية المؤقتة، والتي تكون على مقربة من خطوط الهاتف؛ وهذا التأثير وقتي ذو تردد منخفض وقدرة عالية، بحيث يقلل من أداء المنظومة إذا لم يتم التغلب عليه [7] .

١- تقسيم عرض الحزمة الطيفي في ADSL :



الشكل(١٠) يوضح تقسيم النطاق الترددي للقناة الهاتفية.

يوضح الشكل السابق كيف يمكن تقسيم عرض النطاق الترددي إلى ما يأتي :

١. Voice channel يخصص لها القناة رقم صفر وهي من أجل الاتصالات الصوتية (4 kHz) .

٢. Idle channel وهي تعبر عن القنوات غير المستخدمة ويخصص لها القنوات من ١ الى ٥ للسماح بوجود حيز فارغ بين الاتصالات الصوتية والبيانات.

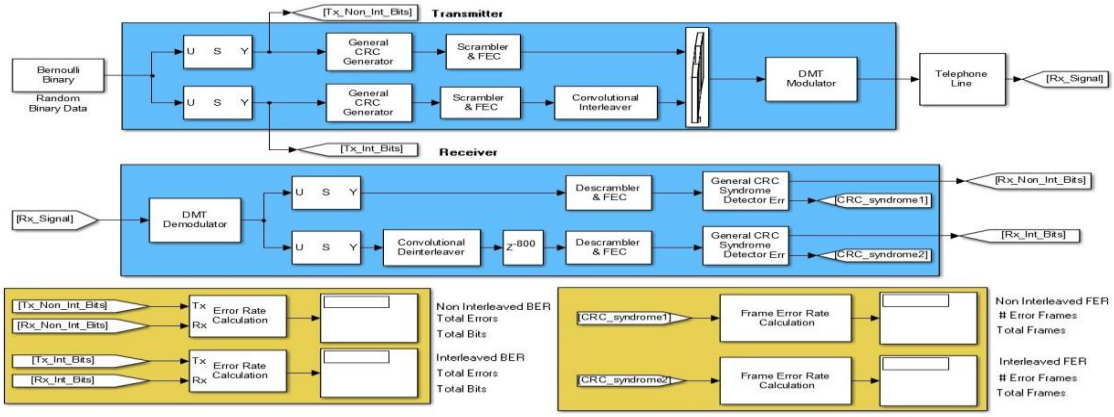
٣. Upstream data and control channels يخصص لها القنوات من ٦ إلى ٣٠، أي يخصص لها ٢٥ قناة؛ واحدة للتحكم و٢٤ قناة لنقل البيانات (16kbps – 1Mbps wide) .

٤. Downstream data and control Channels يخصص لها القنوات من ٣١ إلى ٢٥٥، أي يخصص لها ٢٢٥ قناة؛ واحدة للتحكم و٢٤ قناة لنقل البيانات (1.5–8 Mbps wide) .

٢- النموذج المستخدم في المحاكاة :

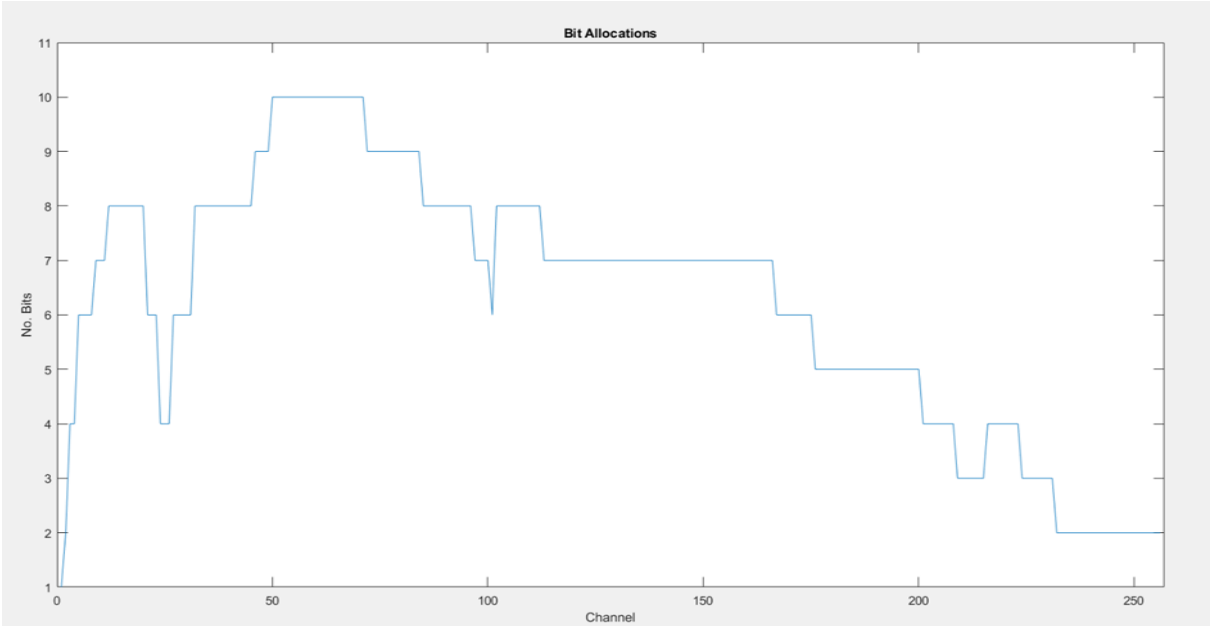
يُظهر هذا النموذج جزءًا من تقنية خط المشترك الرقمي غير المتماثل (ADSL) لنقل البيانات ومعلومات الوسائط المتعددة عبر خطوط الهاتف. ويوضح مسارًا أماميًا من office center إلى المستخدم النهائي وهو يشتمل على تقنية تشكيل الإشارة المنفصلة متعددة القنوات Discrete MultiTone (DMT) [8].

تشتمل محاكاة ADSL على أدوات تعديل/ فك التعديل ترميز / فك الترميز ، وهذه الوظائف متوافقة مع الاتحاد الدولي للاتصالات ITU-T G.992.1؛ كما أن المرسل والمستقبل متوافقان مع نموذج قناة الإرسال مع بعض التعديلات كما هو موضح في الشكل (١١) .

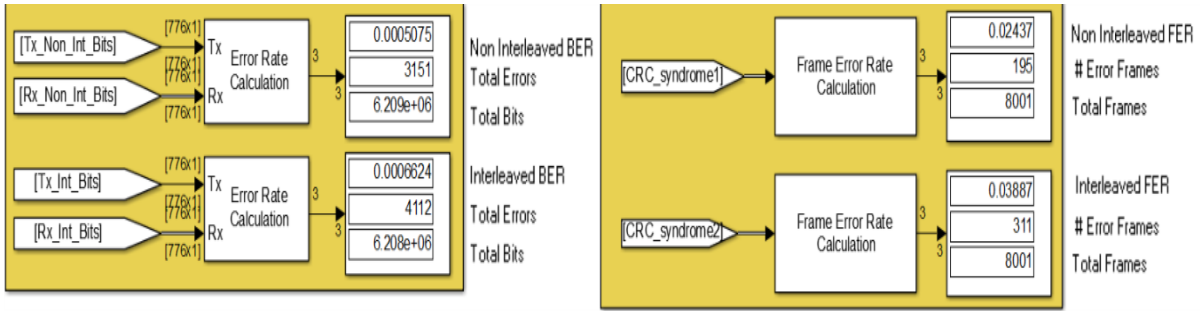


الشكل (١١) نموذج محاكاة ADSL ومكونات البلوكات الداخلية بشكل مختصر.

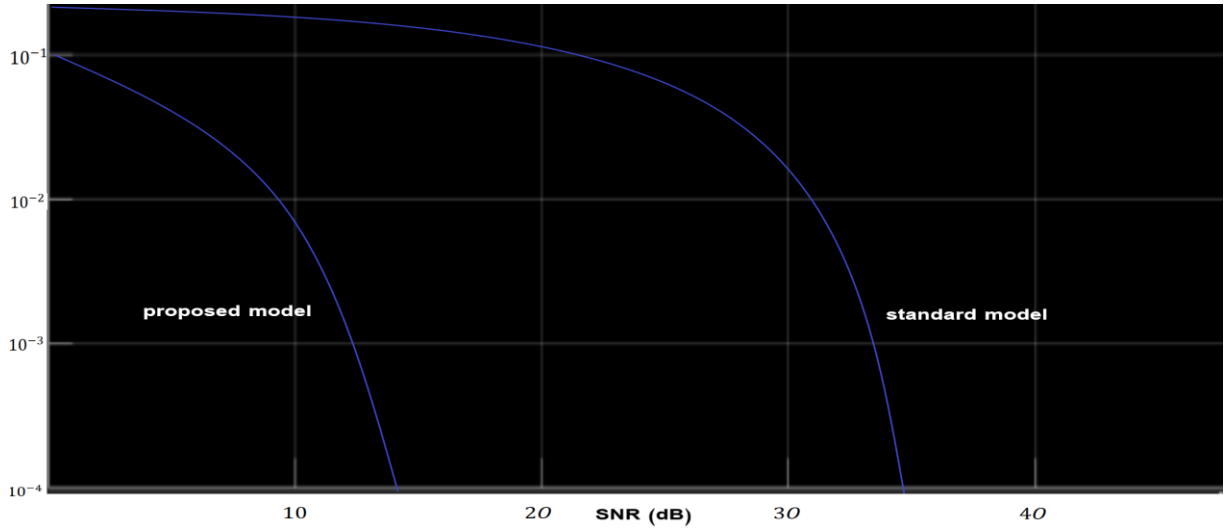
٣- نتائج المحاكاة :



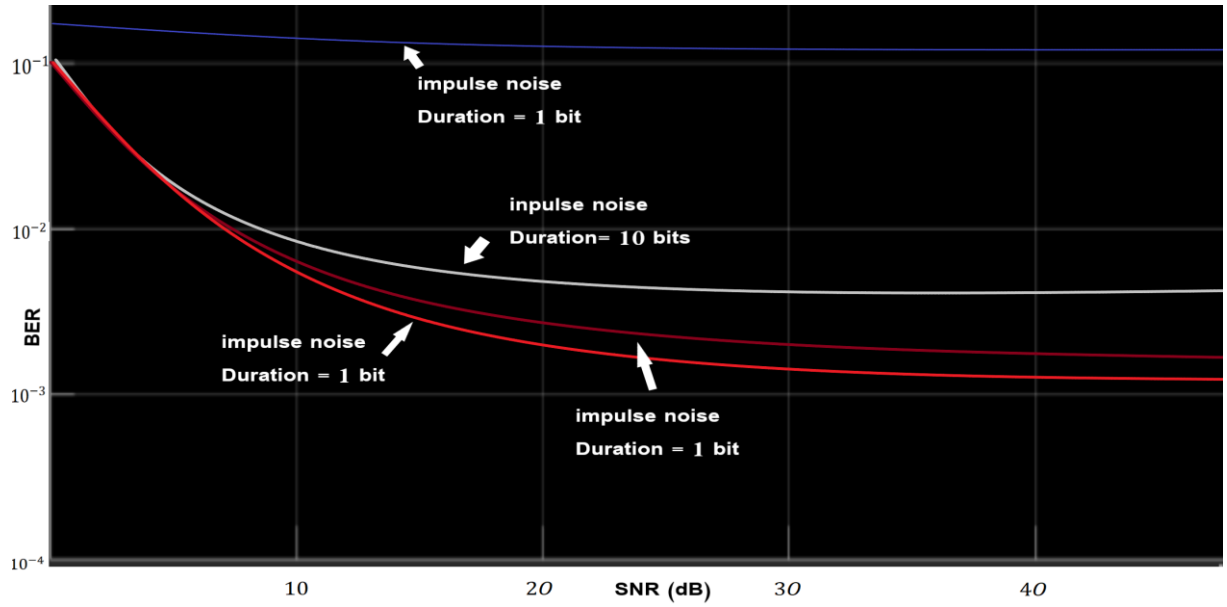
الشكل (١٢) توزع البتات على ألاقنية الفرعية .



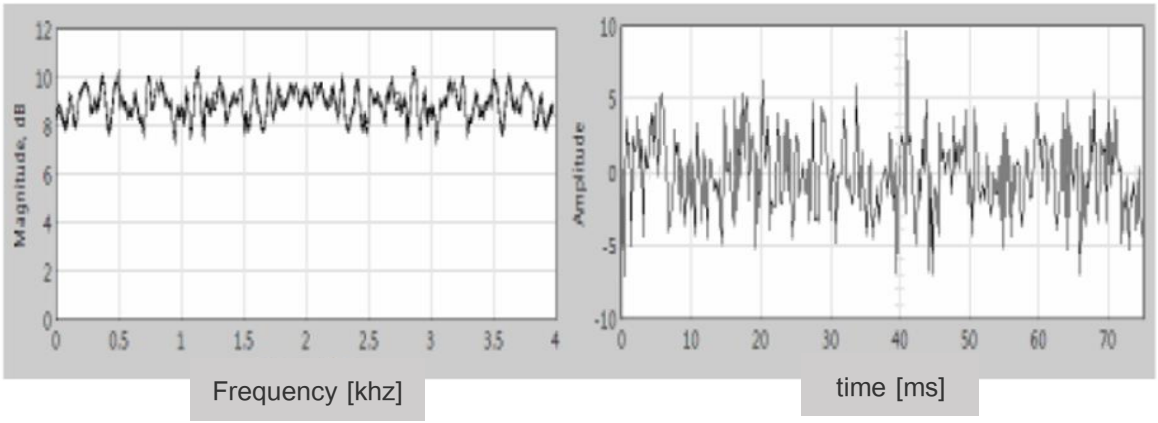
الشكل (١٣) بلوكا الإظهار يظهران إحصاءات معدل خطأ البت ومعدل خطأ الإطار .



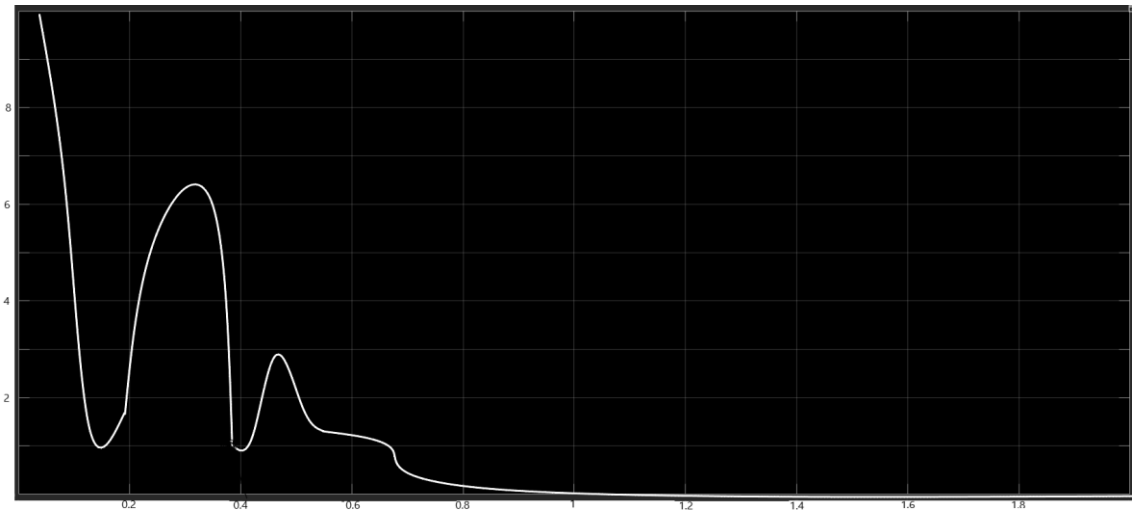
الشكل (١٤) أداء القناة DMT–ADSL القياسية والمقترحة في قناة AWNG (طول المعطيات N = 256 لـ DMT–FFT و N = 128 لـ DMT–DMWT).



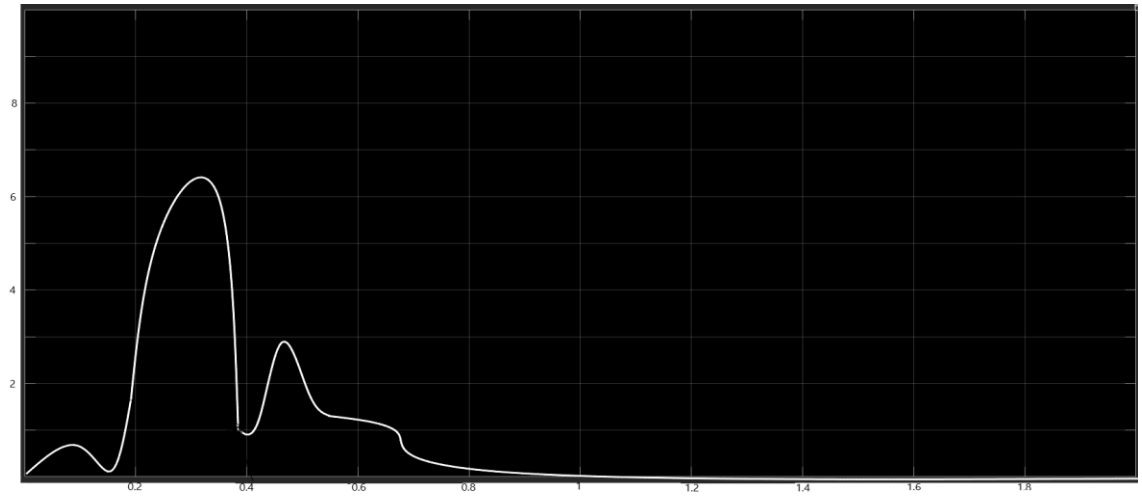
الشكل (١٥) أداء القناة DMT–ADSL القياسية والمقترحة في قناة AWNG وبوجود ضوضاء نبضية (طول البيانات N = 512 بالنسبة إلى DMT–FFT و256 = N و٥١٢ من أجل DMT–DMWT) .



الشكل (١٦) الضجيج النبضي في المجال الزمني والترددي .



الشكل (١٧) الكثافة الطيفية للقدرة للإشارة المستقبلة .



الشكل(١٨) الكثافة الطيفية للقدرة للإشارة المرسلة .

الاستنتاجات والتفسيرات :

١. يتم تعديل البيانات المأخوذة من قناة downstream بموجات حاملة فرعية ذات تردد منخفض ، في حين أن البيانات المأخوذة من قناة upstream تعدل بموجات حاملة فرعية ذات تردد عالٍ؛ حيث يتم نمذجة الإرسال عن طريق تحميل نغمات DMT (Discrete MultiTone) على ترددات مقابلة مع رقم بت بين ٢ و١٠ وفقاً لمعدل البيانات المحدد، حيث يحتوي DMT على ١٦ Modulator Bank تمثل ١٦ QAM Modulator Baseband blocks؛ إذ تقوم تقنية DMT بتخصيص أعداد مختلفة من البتات لمختلف القنوات الفرعية؛ إذ إن كل قالب من القوالب المستطيلة يعمل كقناة فرعية مستقلة ويستخدم المتجه المكون من ٢٥٦ عنصراً .

٢. أداء المحاكاة لكلا النموذجين (المعياري والمقترح DMT–ADSL)، سيكون طول البيانات للنموذج المقترح بناء على DMWT بطول ١٢٨ بت. صُمِّمت القناة على أنها ضجيج غوصي أبيض مضاف (AWGN) لمجموعة واسعة من الضوضاء الراديوية (SNR) من ٠ ديسيبل إلى ٤٠ ديسيبل ؛ يبين الشكل ١٥ النموذج المقترح من DMT–ADSL المستند إلى أسلوب DMWT له معدل SNR=13,5 d B و BER= 1/10000، في حين أن النموذج التقليدي يبلغ BER عالي في قناة AWGN (٥,٣٥ ديسيبل). لذا ، فإن النموذج المقترح أقل أهمية من النظام المعياري على أساس تحويل فوريه السريع FFT ويبلغ الكسب المتحقق حوالي ٢٢ ديسبل وهذا يعني أن المعدل المطالي المتصالب (QAM modulator) سيخفض أداء BER بعد تطبيق مسار IFFT . في الاتجاه المعاكس فإن استخدام DMWT له تأثير أقل على قوة الإشارة مقارنة بمعالج IFFT ، وهذا يؤدي إلى تحسين أداء BER، بالإضافة إلى الخصائص الأخرى لـ DMWT .

٣. النموذج المقترح يحتوي على معدل BER أقل في كل نطاق من SNR من النموذج القياسي المستند إلى FFT. ومع ازدياد عدد البتات المتضررة من ١ إلى ١٠ بتات ، يزيد BER أيضًا (خط متصل) ،

من هذا الشكل لم يتم رسم معدل الخطأ في البتات للنموذج القياسي مرة أخرى ، لأن الاختلاف صغير جدًا جدًا عند BER عالي في المنحنى الأول. بعد ١٤ dB ، يكون معدل الخطأ في البتات (BER) في النموذج المقترح المستند إلى DMWT هو محدد وذلك لأن قيم المطال الاقصى ضمن نطاق SNR ، لذلك أي اختلاف بسبب الضوضاء النبضية يمكن أن يسبب أخطاء في الإشارة. المنحنى المنقط هو DMT–DMWT لـه N = 512 ويمكننا ان نرى انه مع زيادة طول المتجه من ٢٥٦ إلى ٥١٢ فان BER للنموذج المقترح سوف ينخفض بسبب الضغط العالي للبيانات عن طريق استخدام DMWT algorithm.

٤. جرى نمذجة الضجيج على انه ضجيج ابيض IN ذو تردد منخفض ومستوى طاقة أعلى تمثل الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) ومخطط الزمن لـ IN على التوالي، إلا أن الضجيج النبضي لا يزال تقريبياً لأنه لا يتضمن السعة والخصائص الطيفية للضوضاء النبضية .

٥. تأثير الضجيج النبضي عند التردد المنخفض سوف يكون بمستوى قدرة عال عند مقارنته مع الإشارة المرسلة .

المراجع :

[1] محمد، غسان، محمد، *مقاسم الشبكات الرقمية*. الطبعة الاولى، مديرية الكتب والمطبوعات في جامعة طرطوس، سورية، ٢٠١٧–٢٠١٨، ٣٨١.

[٢] Villy B.Iversen, May 20, 2010 – Tteletraffic Engineering and Network Planning, Technical University of Denmark, DK-2800 Kgs. Lyngby.

[٣] Lars Angelin and Ake Arvidsson, June.2003- A Congestion Control Algorithm for Signalling Networks Based on a State Machine Controlled by Network Delays, Dept. of Telecommunications and Mathematics , Unversity of Karlskrona/Ronneby,S-371 79 Karlskrona, Sweden.

[٤] John F. Shortle, May.2007- Dynamic Call-Blocking Algorithms for Telecommunications Networks, IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, VOL.51,NO.5.

[٥] Performance Analysis of Statistical Time Division Multiplexing Systems, Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies.

[٦] HOSBACH, Thomas D.; ALBERT, Bryan E.; ALTSCHULER, Frank A. *Telephony adapter system for providing a user with a virtual presence to an office*. U.S. Patent No 5,870,465, 1999.

[٧] ITU, T. "Telecommunication Standardization Sector of ITU." *Annex C: RTP payload format for H 261* (Asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers).

[٨] ٢٠١٨-٦-١٢ . < https://www.gl.com/ss7_network.html > .