مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (4) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (4) 2015

تحسين أداء الشبكات الافتراضية الخاصة باستخدام تقنية التبديل متعدد الوسوم للبروتوكول

الدكتور محمد حجازية*
الدكتور معين يونس**
بشار عباس***

(تاريخ الإيداع 1 / 6 / 2015. قُبِل للنشر في 26/ 7 / 2015)

□ ملخّص □

بالرغم من كون الشبكات الافتراضية الخاصة تؤمن نقلاً آمناً وموثوقاً لبيانات الزبائن المشتركين في خدمتها إلا أنّ التشكيلات الأساسية المعتمدة عليها والمتمثلة بشبكات النقل غير المتزامن Asynchronous Transfer Mode (ATM)، وشبكات ترحيل الأطر Frame Relay، إلا أن الوصلات المعتمدة عليها هذه التقنيات تعتبر بطيئة نسبياً ، وتسبب تأخيراً زمنياً.

ومع النمو المتسارع لشبكة الانترنت و زيادة الحمل على الشبكة من حيث عدد المستخدمين ومزودات الخدمة. بدأت عملية البحث عن طرق توجيه فعالة وسريعة لرزم البيانات مع ضمان جودة الخدمة وتأمين إدارة وهندسة الحركة على الشبكة Traffic Engineering (TE). ظهرت تقنية التبديل متعدد الوسوم للبروتوكول Multi Protocol Label Switching (MPLS)كتقنية معيارية حديثة تفي المتطلبات السابقة بعدما كانت في البداية طريقة لتحسين سرعة إرسال الموجهات.

يقدم هذا البحث دراسة تحليلية عن تحسين أداء الشبكات الافتراضية الخاصة باستخدام تقنية التبديل متعدد الوسوم للبروتوكول Multi Protocol Label Switching–Virtual Private Network (MPLS _VPN)، عبر تحسين عمليات التوجيه على مستوى الطبقة الثالثة وتوفير زمن التأخير والتعقيد الناتج عن إعدادات بروتوكولات التوجيه على كامل الموجهات الداخلية في التقنية التقليدية، واقتصارها عل الموجهات الطرفية في شبكات MPLS_VPN.

تم استخدام برنامج المحاكاة OPNET للحصول على النتائج التحليلية للتقنية الجديدة ومقارنتها مع التقنية القديمة.

الكلمات المفتاحية:

VPN, MPLS,AS

Virtual Private Network(VPN)	الشبكات الافتراضية الخاصة
Multi Protocol Label Switching (MPLS)	التبديل متعدد الوسوم للبروتوكول
Autonomous System (AS)	النظام المستقل

*أستاذ ،قسم هندسة الحاسبات والتحكم الآلي ،كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية ،جامعة تشرين ،اللاذقية ،سورية .
**أستاذ ،قسم هندسة الاتصالات والالكترونيات ، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية ،جامعة تشرين ،اللاذقية ،سورية .
***ماجستير ، هندسة اتصالات معلوماتية ، اللاذقية ،سورية .

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (4) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (4) 2015

The Performance Improvement of Virtual Private Networks Using The Technique of Multi Protocol Label Switching

Dr. Mohammad Hegazia[*]
Dr. Moen Younes[**]
Bashar Abbas[***]

(Received 1 / 6 / 2015. Accepted 26 / 7 / 2015)

□ ABSTRACT □

Although the fact that VPN provide a safe and reliable transfer of customers' data, but the basic configurations on which they depend VPN and transport networks of asynchronous (ATM) and Frame Relay networks (FR).Link, that depend on them these techniques are relatively slow and cause a delay in time

With the rapid growth of the Internet and increase the load on the network in terms of users and providers of service to look for ways of effective and fast routing packets of data while ensuring quality of service began(QoS)and class of service(Cos)and secure management and engineering movement(traffic) on the network and appeared the multi-switch tags of the Protocol(MPLS)standard modern technique verify the previous requirement safter she was initially way to improve the transmission speed routers.

This paper presents an analytical study on improving the performance of virtual private networks using multi-protocol label switching(MPLS_VPN), by improving routing operations on the third level, minimizing the delays and complexity resulting from the routing on full internal routers in the traditional technical protocols settings and limited to Edge routers in networks MPLS_VPN.

OPNET was used simulation software to get the results of the analysis and simulation of new technology and compare it with the old technology.

Key words:
Virtual Private Network (VPN)).
Multi-Protocol Label Switching (MPLS)
Autonomous System(AS)

[*]**Associate Professor ,Department of Computers and Automatic Control Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University Lattakia, Syria.**
[**]**Professor, Department of communications and Electronics Engineering Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University Lattakia, Syria.**
[***]**Master , Communications and Informatics, Department of Computers and Automatic Control Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University Lattakia, Syria**

مقدمة:

تعاني شبكات الاتصال التقليدية مثل شبكات الانترنت وشبكات ترحيل الأطر Frame Relay وشبكات النقل غير المتزامن ATM ،العديد من المشاكل التقنية المتعلقة بعملية إدارة الشبكة الكبيرة و الكلفة العالية والأمن والأهم التعقيد والتأخير الناتج عن عملية التوجيه التقليدية.

أما الشبكات الافتراضية الخاصة VPN فهي تؤمن نقلاً مشفراً للبيانات عبر أنفاق خاصة تسمح لبيانات فروع شبكة محددة بالوصول إلى الأجزاء المختلفة منها بسرية تامة إن بناء هذه الأنفاق في شبكات كبيرة سيكون مكلفاً بسبب الحاجة إلى الخطوط المستأجرة فضلاُ عن الحاجة إلى إعدادات خاصة وتجهيزات كيان مادي إضافية.

لحل هذه المشاكل تم التعامل مع تقنية MPLS_VPN، حيث تسمح هذه التقنية بتنظيم الوصول إلى الأجزاء المختلفة والمستخدمين البعيدين عبر وصلة آمنة وبتكلفة مادية منخفضة ،لا تتضمن حجزاً لهذه الوصلات إنما عبر بناء أنفاق خاصة مشفرة ضمن وصلات شبكة الانترنت العامة وهو ما يعرف بتقنية الشبكة الافتراضية الخاصة VPN.

تتضمن الشبكات الافتراضية الخاصة نموذجين يعمل أحدهما في الطبقة الثانية والآخر في الطبقة الثالثة، حيث يمكن الاعتماد على تقنية VPN في الطبقة الثانية في شبكات ATM, Frame relay ، والأنفاق الافتراضية السلكية الواصلة بين المرسل والمستقبل في هذه التقنية، بشكل بديل. إن عملية تغليف الرزم باستخدام تقنية MPLS يمكن أن تقدم تقنية جديدة لاستخدام النقل النفقي لهذه البيانات عبر شبكات الانترنت IP، وتكون تلك التقنية النفقية مفيدة جداً عندما تُستخدم الشبكات الافتراضية الخاصة مع تقنية MPLS، كونها إضافة إلى تحقيقها عامل السرية فهي تؤمن وصولاً سريعا وغير مكلف عبر تقليل عدد الأنفاق عبر الشبكة.

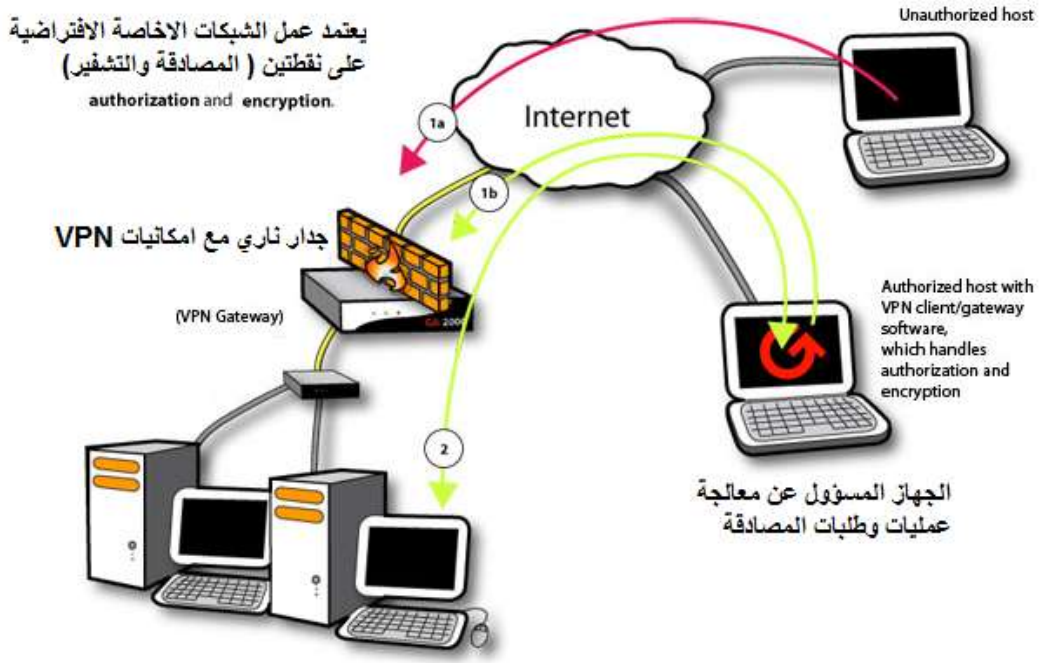
أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى دراسة وتحليل دور تقنية التبديل متعدد الوسوم للبروتوكول (MPLS) في تحسين أداء الشبكات الافتراضية الخاصة VPN، عبر تحسين آلية التوجيه على مستوى الطبقة الثالثة وتأمين عزل واستقلالية البيانات الخاصة بمستخدمي الشبكات عن طريق استخدام وسوم محددة الطول، توسم بها رزم البيانات على مدخل شبكة MPLS محددة وجهة رزم البيانات دون أن تضطر بقية الموجهات الوسيطة الموجودة داخل البينية الداخلية للشبكة العامة إلى إشغال ذواكرها ومعالجاتها بإعدادات جداول التوجيه في كل قفزة كما كان الحال في الشبكة التقليدية.

طرائق البحث ومواده:

1- الشبكات الافتراضية الخاصة VPN:

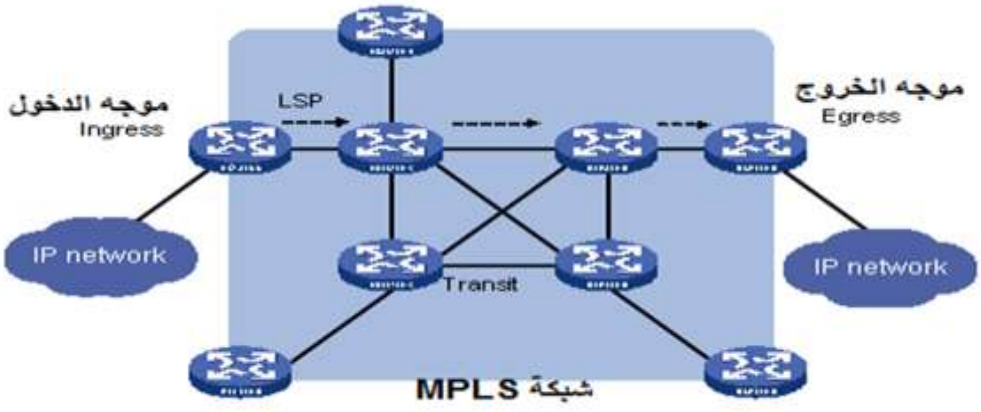
وجدت الشبكة الافتراضية الخاصة من أجل حماية بيانات المستخدمين عبر فروع الشبكة المتعددة والمتباعدة بتكلفة منخفضة دون الحاجة إلى حجز خطوط مستأجرة خاصة بهم. وذلك عبر بناء أنفاق خاصة افتراضية عبر وصلات الشبكة العالمية العامة (الانترنت)، أي إن الهدف من شبكة VPN هو تزويد المؤسسة بالإمكانات نفسها ولكن بتكلفة أقل الشكل (1)يبين آلية عمل تقنية شبكات VPN .



الشكل(1) آلية عمل شبكات VPN

2- تقنية MPLS:

تقنية التبديل متعدد الوسوم للبروتوكول (MPLS)، هي معيار حُدد من (IETF: Internet Engineering Task Force) في الوثيقة رقم 3031 تاريخ 2001 التي تحمل عنوان (Multiprotocol Label Switching Architecture) والتي قُدمت من أجل تخصيص و توجيه وإرسال وتبديل تدفق الحركة بفاعلية عبر الشبكة. تعتبر تقنية MPLS جديدة نسبياً إذ تعمل على شبكات المناطق الواسعة (WAN) لتحسين عمل شبكات مقدمي خدمات الإنترنت(Internet Service Providers) وتستخدم هذه التقنية للاستفادة من قدرتها على هندسة حركة البيانات ضمن الشبكة الشكل (2) يبين شبكة MPLS.



الشكل(2) شبكة MPLS

تم تطوير هذه التقنية من بين مجموعة مقترحات لنقل بروتوكول الإنترنت IP من خلال تقنية ATM ,حيث قامت على التبديل باستخدام مؤشرات تعريفية تسمى وسوم (Labels) موجودة في كل رزمة ويكون طول هذه الوسوم ثابتاً من أجل تسهيل إعادة توجيه رزم البيانات لشبكات أخرى. تكمن مزايا تقنية MPLS في إمكانية استعمال بنية تحتية موحدة للشبكة بالإضافة إلى الدمج بين التقنيات المستخدمة في الشبكات التقليدية وبروتوكول الإنترنت (IP) مما يحقق جودة الخدمة(QoS).

الميزة الجوهرية لتقنية MPLS والتي جعلتها واحدة من أفضل التقنيات هي توافقيتها الكاملة مع بروتوكول الإنترنت (IP) دون الحاجة لتغيير أي من مكونات الشبكة بعكس التقنيات التقليدية مثل شبكات النقل غير المتزامن ATM وشبكات ترحيل الأطر Frame Relay.

التوجيه التقليدي باستخدام بروتوكول IP يقوم بتوزيع معلومات التوجيه الموجودة في الطبقة الثالثة. وبالتالي يجب أن تتواجد معلومات التوجيه هذه على كل جهاز موجود في الشبكة لتتم عملية التوزيع .إضافةً لذلك يجب تشغيل بروتوكول البوابة الحدودية Border Gateway Protocol (BGP) على كل موجه ليتم تخزين معلومات التوجيه في جدول خاص، ويزداد تعقيد هذه المعلومات اعتماداً على حجم الشبكة. فضلاً أن التوجيه يعتمد على عنوان الوجهة فقط مما يتطلب مراجعة عملية التوجيه ،عند كل موجه. حيث يتخذ كل موجه قراره في الوجهة التي سيرسل فيها المعلومات بشكل مستقل.

تأتي وظيفة MPLS للتقليل من هذه العقبات من خلال تقليل عدد مرات مراجعة معلومات التوجيه "Lookups"بل وقد تلغي الحاجة إلى تشغيل بروتوكولات توجيه محددة على بعض أجهزة الشبكة، إلا أن استخدام تقنية MPLS لا يعني أبداً إلغاء عملية التوجيه التقليدي باستخدام IP وإنما تعملان جنباً إلى جنب من أجل توفير سرعات أكبر في الاتصال.

2-1 مبدأ عمل تقنية MPLS:

تقوم تقنية MPLS على مبدأ تبديل قيم الـ Labels التي تم إلحاقها بكل رزمة بيانات، في كل موجه عبر موجهات الشبكة إلى أن تصل إلى الوجهة المطلوبة حيث يتم نزع هذه العلامات "Labels" ويكون لهذه الوسوم صيغة ثابتة يتم ادخالها في بداية كل رزمة بيانات عند دخول الرزمة إلى شبكة MPLS.

في كل قفزة للرزمة خلال الشبكة يتم توجيهها بالاعتماد على قيمة الـ label الواصلة حيث تنطلق إلى وجهتها التالية بعد إسناد قيمة جديدة للـ label حسب الموجه التالي المتاح للانتقال إليه ،عملية تبديل الوسوم تتم في موجهات خاصة تدعى Label Switching Router .

أما عملية إضافة الوسم إلى رزمة ما أو حذفه، فهي تتم في موجه يدعى الموجه الطرفي Edge LSR .علماً أن كلا الموجهان يستطيعان القيام بنفس الوظائف، ولكن الاختلاف في التسمية يكمن في مكان توضع كل منهما في الشبكة. فالموجهات التي تكون عند دخول الشبكة أو الخروج منها تدعى Edge LSR أما الموجهات الوسيطة فهي تدعىLSR.

عند مدخل الشبكة يتم فحص وسم الرزمة لتحديد المسار الذي سيتم إرسالها فيه، والقيمة الجديدة التي ستسند إليها.وبما أن التبديل بين الـ labels ثابت فإن مسار الرزمة سيعتمد على القيمة البدائية له. وكل الرزم التي يتم إرسالها عبر طريق واحد تدعى بصف التحويل المتكافئ FEC .

في MPLS يحدث نقل البيانات على مسارات تبديل الوسوم (LSP's: Label Switching Path's) (LSP'sهي تسلسل من الوسوم عند كل عقدة على طول المسار من المنبع إلى الهدف. تُخصص LSP's إما قبل إرسال البيانات (قيادة متحكم بها) أو عند اكتشاف تدفق معين للبيانات (قيادة من قبل البيانات). الوسوم الموجودة تحت معرفات البروتوكول المحدد، توزع باستخدام بروتوكول توزيع الوسم (LDP: Label Distribution Protocol) أو (RSVP)أو تُحمّل على بروتوكولات توجيه مثل بروتوكول البوابة الخارجية (BGP: Border Gateway Protocol) أو (OSPF). تقوم كل رزمة بيانات بتغليف وحمل الوسوم خلال رحلتها من المصدر إلى الهدف. تبديل البيانات بسرعة عالية هنا ممكن لأن الوسوم ثابتة الطول تُحشر عند بداية الرزمة أو الخلية ويمكن أن تُستخدم من قبل التجهيزات لتبديل الرزم بسرعة بين الوصلات.

في موجهات MPLS لا يتم إرسال الرزم بناءً على عنوان الهدف الموجود في الترويسة ، بدلاً من ذلك يتم إرسالها بناءً على وسم يشبه بمهمته قيمة معرف المسار الافتراضي/معرف القناة الافتراضية (Virtual: VPI/VCI)) ((Path Identifier/Virtual Channel Identifier الموجود في ترويسة خلية ATM.

3- شبكة MPLS_VPN:

تتضمن الشبكات الافتراضية الخاصة هذه نموذجين يعمل أحدهما في الطبقة الثانية والآخر في الطبقة الثالثة، يمكن الاعتماد على تقنية VPN في الطبقة الثانية في شبكات ATM, Frame relay ، والأنفاق الافتراضية السلكية الواصلة بين المرسل والمستقبل في هذه التقنية، بشكل بديل إن عملية تغليف الرزم باستخدام تقنية MPLS يمكن أن تقدم شكل جديد لاستخدام النقل النفقي للبيانات عبر شبكات الانترنت IP، وتكون تلك التقنية النفقية مفيدة جداً عندما تستخدم الشبكات الافتراضية الخاصة مع تقنية MPLS، كونها إضافة إلى السرية فهي تؤمن وصولاً سريعاً وغير مكلف عبر تقليل عدد الأنفاق عبر الشبكة.

إن هذه التشكيلة الهجينة للشبكات الافتراضية الخاصة تمنح الشبكة المرونة والقدرة على الإدارة المنظمة بشكل يسمح لها باستخدام بروتوكول BGP كبرتوكول توجيه مع MPLS.

معلومات العنونة الأساسية والمطلوبة تكون مضمنة في العقد (الموجهات) الطرفية في كل شبكة خاصة، يتم استخدام هذه المعلومات من قبل شبكات VPN المسؤولة عن قيادة رزم البيانات فيها.

ضمن شبكة MPLS ترد رزم البيانات موسومة بوسمها الخاص الذي يسمح للمستقبل بإدراك أي شبكة خاصة هي المستهدفة. علما أن هذه الرزم يمكن أن تكون مغلفة برزم أي من IP, GRE, IPSec وتصبح مغلفة بأنفاق MPLS ضمن الشبكة الأساسية في الوسط.

أهم ما يميز تركيبة هذه التقنية الهجينة أنها تسمح باتصال تركيبة مختلفة من الشبكات الافتراضية الخاصة المهيأة وغير المهيأة للاتصال بتعقيد أقل مما يوفر تكاليف النفقات العامة على تطوير الأجهزة المزودة للخدمة.

فيما يخص الموجهات في طرف الزبائن، فإنها تتبادل البيانات بين CE&PE عبر استخدام بروتوكول توجيه الانترنت المناسب في شبكة MPLS-VPN.

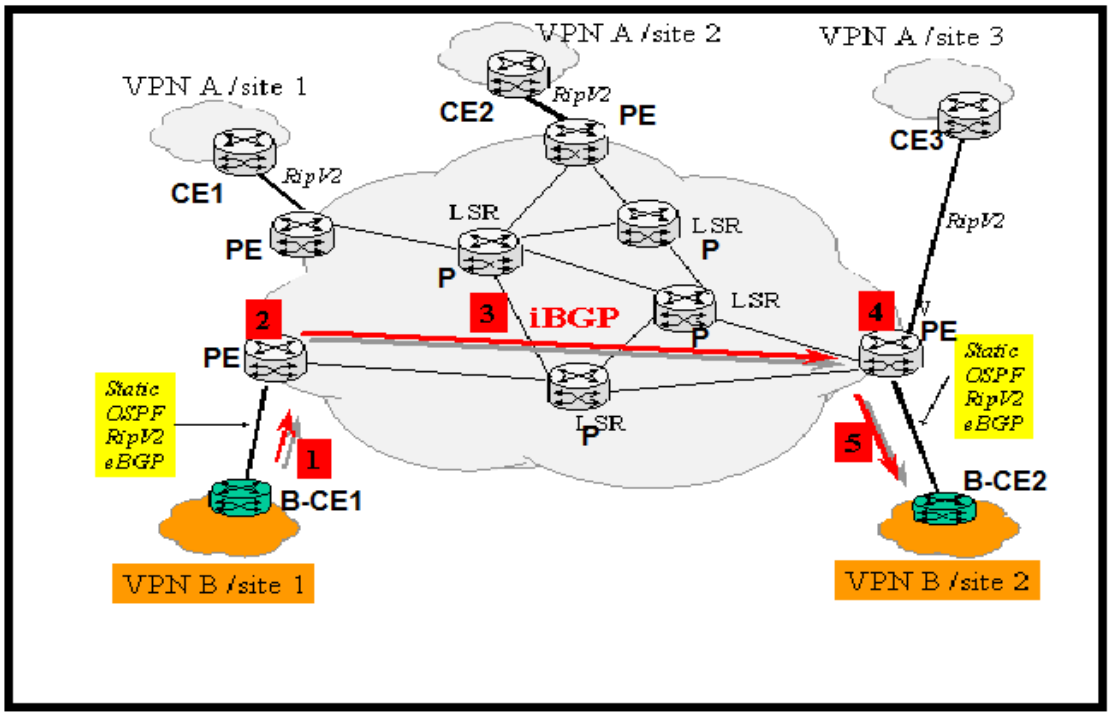
كل موجه PE يقوم باستخدام جداول التوجيه وجداول إعادة التوجيه المناسبة، هذه الجداول تتضمن معلومات توجيه الزبائن بحيث تضمن فصل كامل بين العملاء المشتركين، أي أنها تحافظ على طبيعة الشبكات الافتراضية الخاصة. يكون موجه PE ingress عند البوابة مسؤول عن وضع الوسوم الخاصة لرزم البيانات، أما موجه PE

egress عند المخرج هو المسؤول عن إزالة هذا الوسم. أما الموجهات ذات الرمز P تقوم بتقديم آلية تبديل بسيطة للوسوم في شبكة MPLS-VPN.

3-1 هيكلية تقنية MPLS -VPN:

إن تقسيم التقنيات المختلفة في الشبكة المركبة استناداً إلى الشبكات الافتراضية الخاصة، يمكن أن يساعد في تقييم مشاكل الزمن الحقيقي مثل تركيب الترتيب (overlay arrangement) التي لا تدعم قابلية الاتصال الدائمة للمستخدم.إن سبب هذه المشكلة هو الحاجة إلى التحقق الأمني في كل عملية اتصال من جهة إلى عدة جهات ومن جانب إلى جانب (من جانب إلى آخر site to site) في الشبكات المتجاورة.

أما في الشبكة الهجينة MPLS-VPN تتصل الجوانب المختلفة ببعضها عبر الموجه PE المتصل معها، مما يعطي الشبكة تصنيفاً فئوياً بدلاً من بنية تراكبية. وهذا ما جعل التوجهات الحديثة تتجه نحو بناء شبكات افتراضية خاصة معتمدة على الطبقة الثالثة وهي الفكرة الأساسية التي تنطوي تحتها تقنية MPLS-VPN الشكل (3) يبين هيكلية وبنية شبكة VPN_MPLS.



الشكل(3) هيكلية وبنية شبكة VPN_MPLS

3-2 مكونات شبكة VPN_MPLS:

1 - شبكة العملاء ((C-network) Customer network): هي الشبكة التي يديرها المستخدم النهائي (العميل) ولها امكانية الوصول إلى خدمات الطبقة الثالثة في شبكة VPN-MPLS.

2 - موجه الحد لشبكة الزبون (Customer Edge (CE) router): يمثل هذا الموجه بوابة بين شبكة العملاء وشبكة مزودي الخدمة.

3 – موجه الحد لشبكة مقدم الخدمة (Provider network (P–network)): هو الموجه الذي يقدم خدمات لشبكة الخاصة الافتراضية ومسؤول عن عملية وصيل الخدمات.

4 – موجه مزود الخدمة (Provider (P) router): وهي موجهات تعمل بتقنية MPLS، تكون موزعة داخل شبكة مزودي الخدمة لكن لا تملك آلية الارتباط الحدودي.

5 – موجه النظام ذاتي الإدارة :((Autonomous System Boundary Router (ASBR) : يسمح هذا الموجه بإمكانية الاتصال بين الأنظمة المتجاورة.

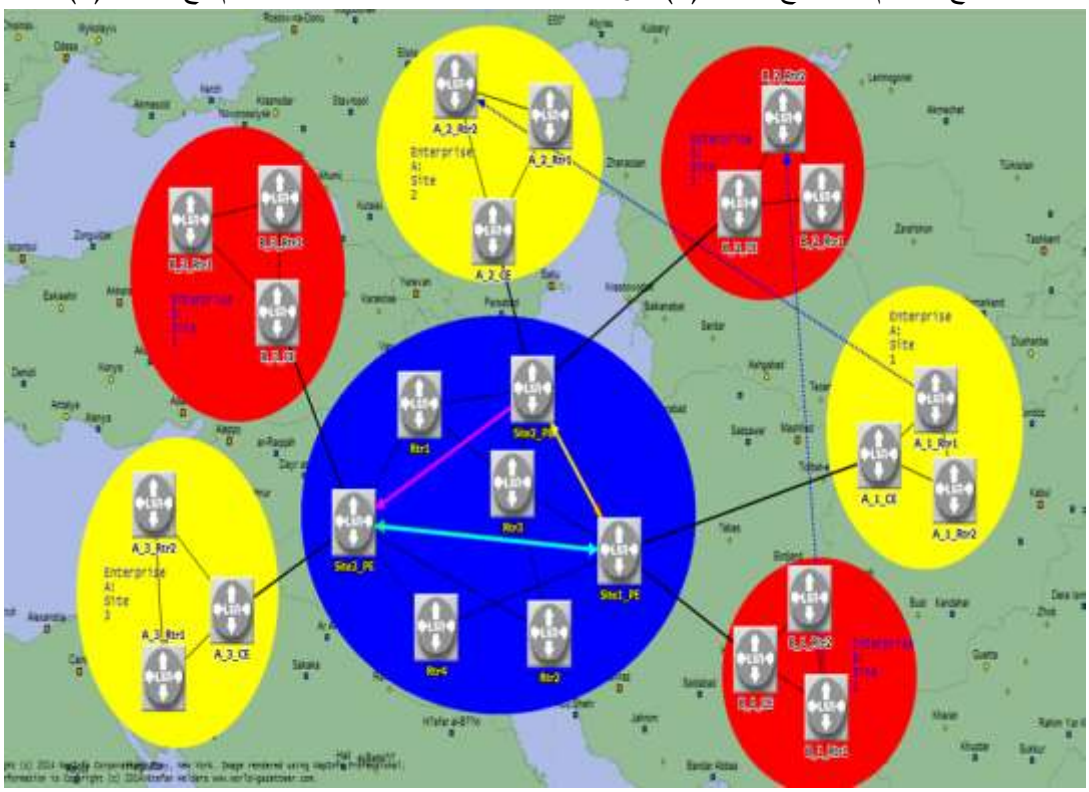
تجدر الملاحظة أنه وفق هذه البنية تعمل موجهات تزويد الخدمة P كموجهات LSR بينية ، أما موجهات العملاء الطرفية CE تعمل كـ LER.

النتائج والمناقشة:

بنتيجة التصميم العملي المقترح تم مقارنة أداء الشبكات الافتراضية الخاصة باستخدام بروتوكولات الانترنت التقليدية مع أدائها باستخدام تقنية VPN_MPLS خلال زمن محاكاة مقداره ساعة واحدة.

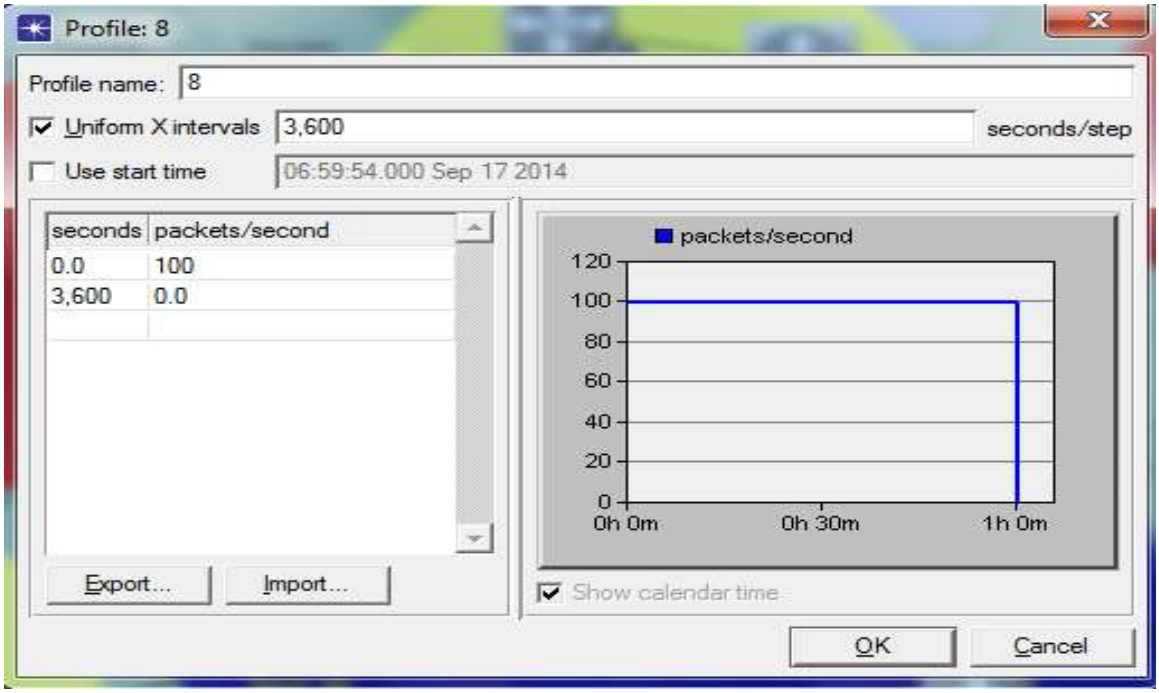
من أجل تحقيق عملية المحاكاة تم بناء شبكة مؤلفة من اثنين من الشبكات الافتراضية الخاصة (Yellow_ VPN & RED_VPN) كل شبكة خاصة مكونة من ثلاثة أجزاء تنتمي لإدارة مختلفة أي لدينا أكثر من منظومة إدارة autonomous System، علماً أنه تم اعتماد بروتوكول BGP كبروتوكول توجيه خارجي يعمل بين الأنظمة أو المجالات المختلفة، وبروتوكول OSPF كبروتوكول توجيه ضمن المجال.

في السيناريو الثاني تم تزويد هذه البنية الشبكية بتقنية MPLS وتم وضع الإعدادات المناسبة على الموجهات الطرفية المعنية بوضع الوسوم، ويوضح الشكل (4) طريقة وصل مكونات هذه الشبكة بما ينسجم مع الشكل (3).



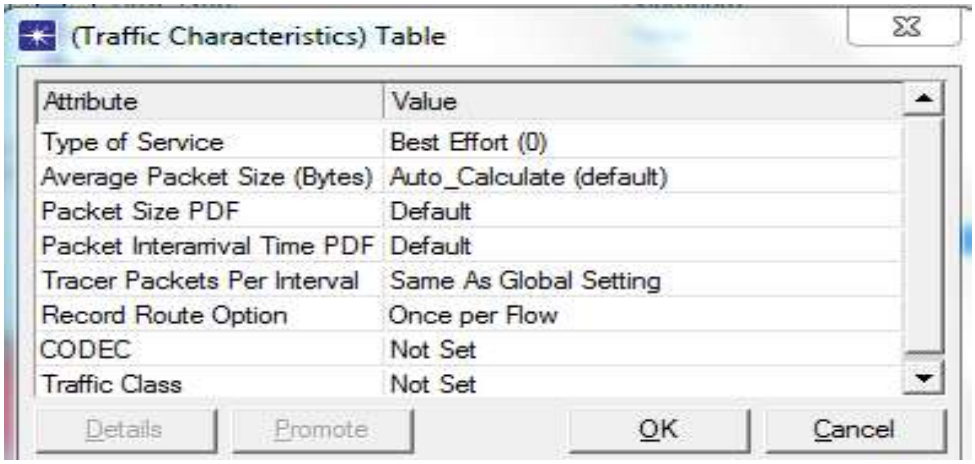
الشكل(4) تصميم شبكة VPN_MPLS باستخدام برنامج OPNET

يوجد نمطين من الأنفاق التي تم إعدادها ضن الشبكة، النمط الأول (الأنفاق المبينة بالخطوط المنقطة) وهي تمثل مسار لحركة بيانات التطبيقات بين أجزاء الشبكة، تم إعداد نمطين من التطبيقات بجودة خدمة مختلفة، خصائص بيانات هذه التطبيقات وخصائص هذه الأنفاق تم تحديدها وفق الشكل (5).



الشكل(5) خصائص حركة البيانات المصممة للمرور عبر الشبكة

النمط الثاني من الأنفاق تم إعداده في السيناريو الثاني فقط وهو أنفاق MPLS والموضحة بالخطوط الملونة بين الموجهات PE الشكل(6).



الشكل(6) خصائص انفاق تقنية MPLS المصممة بين موجهات PE

1- تأثير تقنية MPLS_VPN على جداول VRF:

يوضح الجدولان الآتيان جدولا التوجيه VRF للموجه PE1 لكل شبكة خاصة:

الجدول(1): جدول توجيه الموجه PE1 من اجل الشبكة الافتراضية الخاصة Yellow_VPN:

VRF Table for VPN <YELLOW_VPN> at Logical Network.Site1_PE					
Destination	Subnet Mask	Next BGP Hop	Out Iface	Bottom Label	Top Label
192.0.4.0	255.255.255.0	192.0.17.2	IF0	37	UNDEF
192.0.2.0	255.255.255.0	192.0.17.2	IF0	38	UNDEF
192.0.31.0	255.255.255.0	192.0.17.2	IF0	39	UNDEF
192.0.3.0	255.255.255.0	192.0.17.2	IF0	40	UNDEF
192.0.33.0	255.255.255.0	192.0.17.2	IF0	41	UNDEF
192.0.32.0	255.255.255.0	192.0.17.2	IF0	42	UNDEF
192.0.7.0	255.255.255.0	192.0.25.1	IF2	31	34
192.0.6.0	255.255.255.0	192.0.25.1	IF2	32	34
192.0.28.0	255.255.255.0	192.0.25.1	IF2	33	34
192.0.5.0	255.255.255.0	192.0.25.1	IF2	34	34
192.0.30.0	255.255.255.0	192.0.25.1	IF2	35	34
192.0.29.0	255.255.255.0	192.0.25.1	IF2	36	34
192.0.21.0	255.255.255.0	192.0.26.1	IF2	33	31
192.0.19.0	255.255.255.0	192.0.26.1	IF2	34	31
192.0.34.0	255.255.255.0	192.0.26.1	IF2	35	31
192.0.20.0	255.255.255.0	192.0.26.1	IF2	36	31
192.0.36.0	255.255.255.0	192.0.26.1	IF2	37	31
192.0.35.0	255.255.255.0	192.0.26.1	IF2	38	31

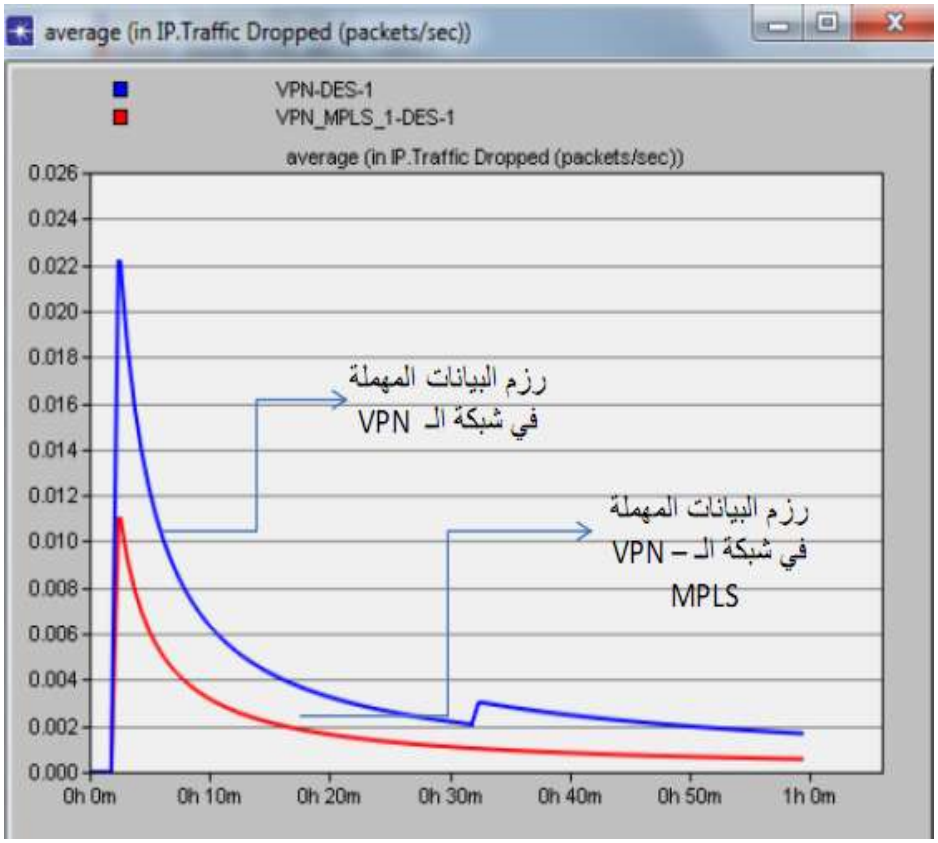
الجدول(2): جدول توجيه PE1 من أجل الشبكة الافتراضية الخاصة RED_VPN :

VRF Table for VPN <RED_VPN> at Logical Network.Site1_PE					
Destination	Subnet Mask	Next BGP Hop	Out Iface	Bottom Label	Top Label
192.0.4.0	255.255.255.0	192.0.100.11	IF3	31	UNDEF
192.0.2.0	255.255.255.0	192.0.100.11	IF3	32	UNDEF
192.0.231.0	255.255.255.0	192.0.100.11	IF3	33	UNDEF
192.0.3.0	255.255.255.0	192.0.100.11	IF3	34	UNDEF
192.0.33.0	255.255.255.0	192.0.100.11	IF3	35	UNDEF
192.0.32.0	255.255.255.0	192.0.100.11	IF3	36	UNDEF
192.0.7.0	255.255.255.0	192.0.25.1	IF2	37	34
192.0.6.0	255.255.255.0	192.0.25.1	IF2	38	34
192.0.228.0	255.255.255.0	192.0.25.1	IF2	39	34
192.0.5.0	255.255.255.0	192.0.25.1	IF2	40	34
192.0.30.0	255.255.255.0	192.0.25.1	IF2	41	34
192.0.29.0	255.255.255.0	192.0.25.1	IF2	42	34
192.0.21.0	255.255.255.0	192.0.26.1	IF2	39	31
192.0.19.0	255.255.255.0	192.0.26.1	IF2	40	31
192.0.234.0	255.255.255.0	192.0.26.1	IF2	41	31
192.0.20.0	255.255.255.0	192.0.26.1	IF2	42	31
192.0.36.0	255.255.255.0	192.0.26.1	IF2	43	31

يتضح من هذان الجدولان أن كلا من المنظومتين A&B تستخدمان نفس مجال وقيم العناوين عبر الشبكة. ولكن رغم ذلك لا يحدث أي تضارب في عملية التوجيه نتيجة تطبيق الوسوم المختلفة المحددة لكل شبكة من قبل موجهات MPLS الممثلة بموجهات PE ولك ما أن تدخل هذه البيانات أنفاق الشبكة الافتراضية الخاصة، تجتمع في نفق VPN_MPLS واحد يصل بين كل جانبين في الشبكة .

2- رزم البيانات المهملة:

يعبر هذا البارامتر عن رزم بيانات IP التي تم إهمالها عبر مسار حركتها وذلك قد يكون بسبب ازدحام الشبكة أو بسبب انتظارها لفترة طويلة في مخازن عقد التوجيه في الشبكة الشكل(7) يبين رزم البيانات المهملة في كل من تقنيةVPN& VPN_MPLS.



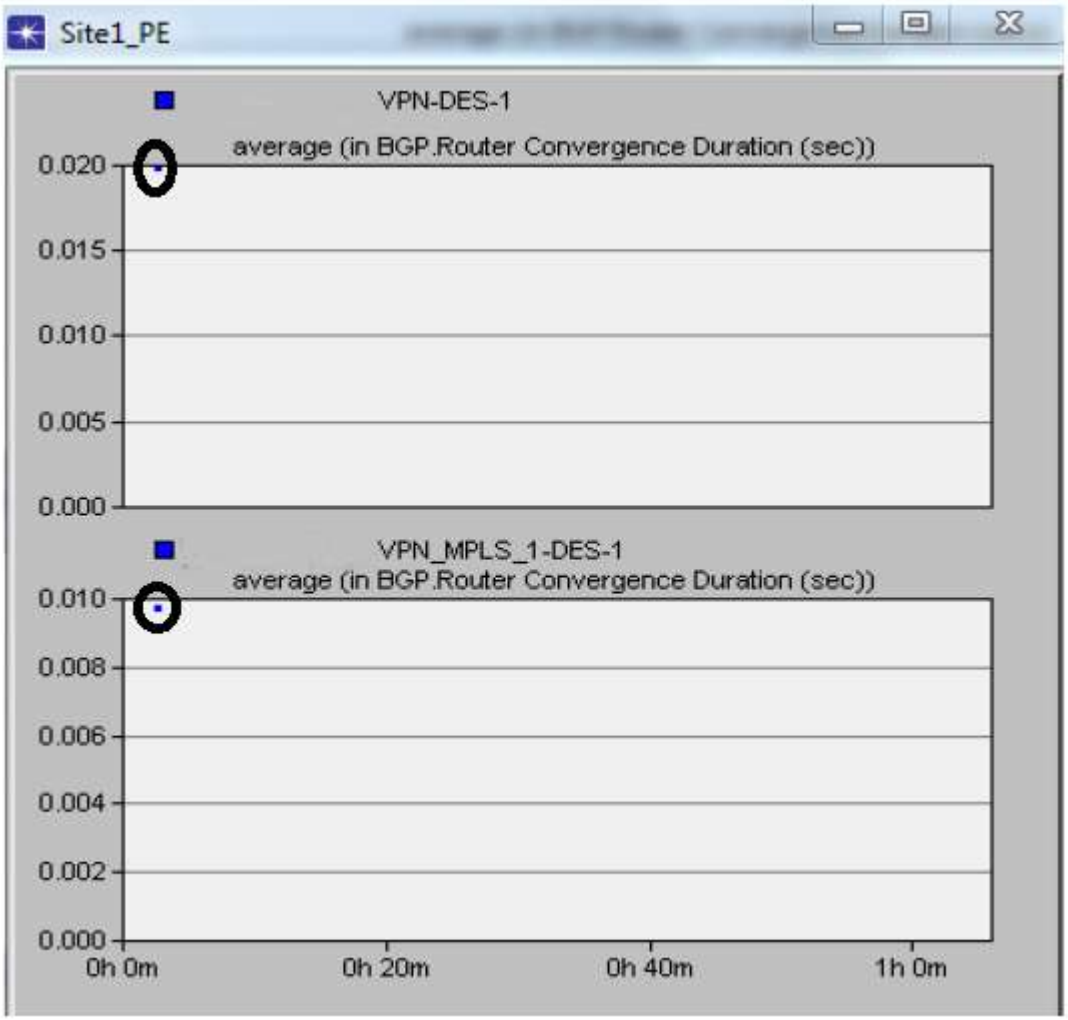
الشكل(7) رزم البيانات المهملة في كل من تقنية VPN& VPN_MPLS

يتضح جلياً من الشكل أن رزم البيانات المهملة في الشبكة باستخدام تقنية MPLS_VPN أصبحت أقل نتيجة المرونة في عملية التوجيه وانخفاض زمن التأخير اللازم لإتمامها ، مما يجعل احتمال حدوث الازدحام قليلاً جداً ، وتجدر الإشارة إلى أن ارتفاع هذه النسبة في البداية ناتج عن حاجة الشبكة لإعداد جداول التوجيه و الوسوم الخاصة بها في لحظة بدء العمل ثم تنخفض أسياً.

3- زمن اعداد بروتوكول التوجيه BGP:

يمثل هذا البارامتر الزمن الذي يحتاجه بروتوكول BGP لبناء جداول التوجيه الخاصة به في كامل الشبكة، ومن الطبيعي أن نجد أن الزمن الذي تحتاجه الشبكة التي تستخدم تقنية MPLS_VPN سيكون اقل بسبب آلية عمل هذه

الشبكة المعتمدة عل بناء أنفاق محددة ووسوم صغيرة الحجم لا تحتاج لكثير من عمليات التفحص والتحقق وبناء الجداول فضلاً عن عدم الحاجة لتطبيق هذا البروتوكول على موجهات LSR الموزعة ضمن البنية الداخلية أي أنها لن تكون مضمنة في جداول التوجيه BGP وبالتالي لن تخضع رزم البيانات المارة عبرها لفحص بارامترات التوجيه بل لفحص الوسوم فقط، مما يخفض الزمن المطلوب نسبة 50% والشكل(8) يبين زمن بناء جداول BGP عبر الشبكتين VPN_MPLS و VPN.

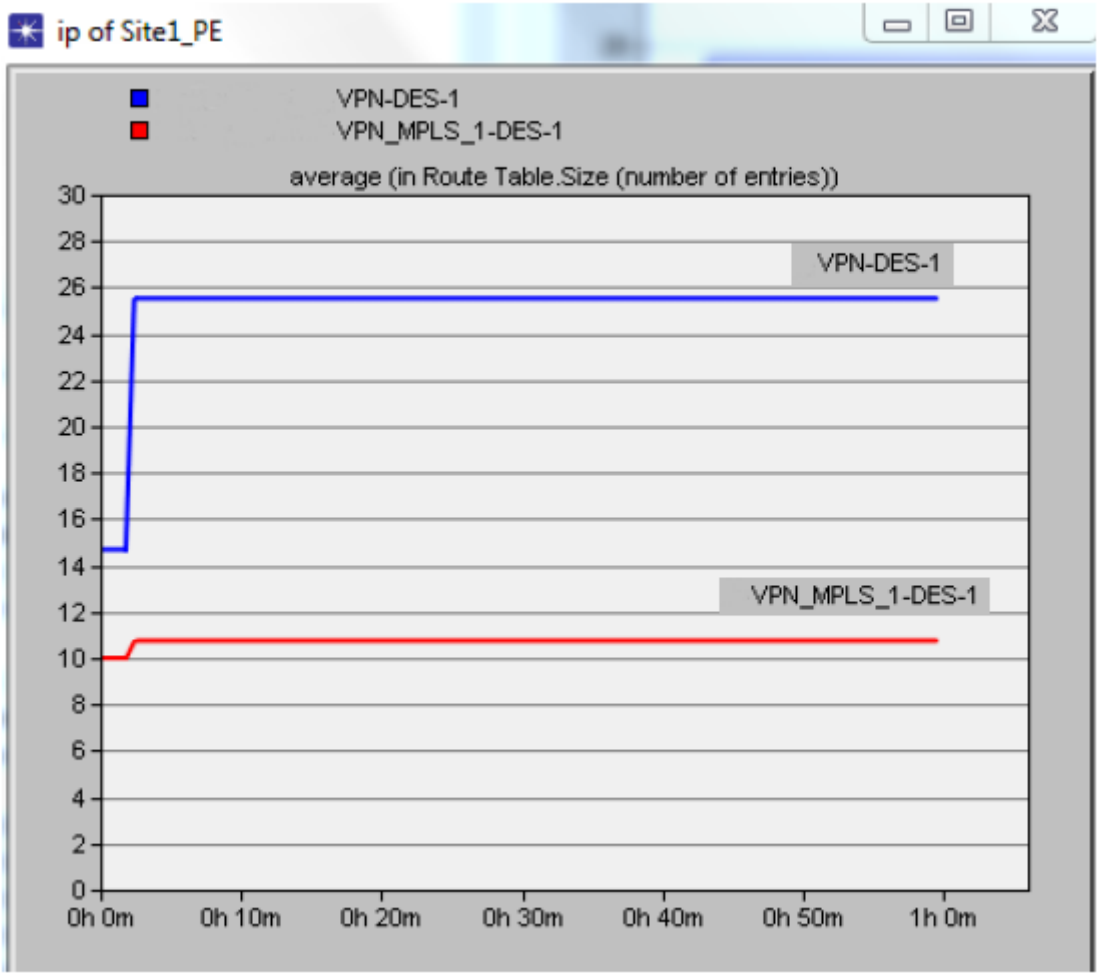


الشكل(8) زمن بناء جداول BGP عبر الشبكة

نلاحظ من الشكل أن زمن اعداد البووتوكول BGP في شبكات VPN أكبر مقارنة بشبكات VPN_MPLS

4- البيانات المدخلة إلى جدول التوجيه:

يبين الشكل(9)عدد المدخلات إلى جدول التوجيه في كل سيناريو، ويتضح جلياً الفرق الكبير بينهما والذي يصل حتى 54% مما يؤكد أن عملية التوجيه باستخدام تقنية VPN_MPLS أصبحت أكثر يسراً وأقل تكلفة وبالتالي أقل تأخيراً نظراً لانخفاض الزمن الذي يحتاجه الموجه لإتمام عملية البحث عن مسار التوجيه لكل رزمة قادمة.



الشكل (9) عدد المدخلات إلى جدول التوجيه في كل سيناريو

كمية البيانات المدخلة إلى جداول التوجيه في شبكة VPN أكثر مقارنة مع مقابلتها في شبكات VPN-MPLS

الاستنتاجات و التوصيات:

1 تسمح تقنية VPN–MPLS ببناء شبكة افتراضية متعددة الأجزاء مع المحافظة على عزل بيانات مشتركيها عبر شبكة الانترنت، مما يؤمن القدرة على التوسعية والاستيعابية العالية في بناء وتصميم الشبكات الخاصة.

2 تؤمن تقنية VPN_MPLS نفس سوية الأمان التي تقدمها الشبكات الخاصة الافتراضية كونها تضمن عزل بيانات المشتركين عن طريق الوسوم المميزة التي ضمن عملية التوجيه السليم.

3 إن قدرة شبكة VPN_MPLS على التكيف مع غيرها من المعايير تجعلها تتمتع بمرونة عالية.

4 إن أداء شبكات VPN_MPLS أفضل من أداء الشبكات الافتراضية التقليدية كونها تؤمن الخصوصية على مستوى الطبقة الثالثة إضافة إلى الطبقة الثانية التي تؤمنها الشبكات الخاصة الافتراضية التقليدية.

5 تزداد سرعة التوجيه في تقنية VPN_MPLS عنها في الشبكات الافتراضية التقليدية، وتنخفض كمية رزم البيانات المهملة.

6 الانخفاض الواضح في كمية البيانات المهملة عند استخدام تقنية MPLS.

7 تعتبر تقنية MPLS_VPN أفضل أداء من الشبكة الخاصة الافتراضية كونها تؤمن نفس عامل الأمان والسرية لكنها تتفوق من حيث القدرة على التوسع وسرعة التوجيه ومرونة العمل.

المراجع

[1] E. C. Rosen and Y. Rekhter, "BGP/MPLS IP VPNs", ietf-l3vpnrfc2547bis-01.txt, September 2003.

[2] J. Zeng and N. Ansari, "Toward IP Virtual Private Network Quality of Service: A Service Provider Perspective", IEEE Communications Magazine, pp. 113-119, Apr. 2003.

[3] Y. Rekhter and T. Li: "A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)",RFC1771, March 1995.[4] P. Zhang and R. Kantola , "Building MPLS VPNs with QoS Routing Capability", Interworking 2000, pp. 292-301, 2000.

[5] H. Lee, J. Hwang, B. Kang and K. Jun, "End-To-End QoS Architecture for VPNs: MPLS VPN Deployment in a Backbone Network" presented at International Workshop on Parallel Processing, Toronto, Canada,2010.

[6] T. Bates, Y. Rekhter, R. Chandra, D. Katz: "Multiprotocol Extensions for BGP-4", RFC2858, June 2005.

[7] F. L. Faucheur, B. Davie, S. Davari, P. Vaananen: "MPLS Support of Differentiated Services", RFC 3270, May 2012.

[8] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies: " An Architecture for Differentiated Services". RFC 2475, December 1998.

[9] R. Prabagaran and J. B. Evans, "Experience with Class of Service (CoS) Translations in IP/MPLS Networks", presented at 26th Annual IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN 2001), November 2011,Tampa, Florida, USA.

[10] E. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon: "Multiprotocol Label Switching Architecture", RFC3031, January 2011.

[11] B. Jamoussi, L. Andersson, R. Callon and R. Dantu: "Constraint-BasedLSP Setup using LDP", RFC3212, January 2002.

[12] B. Alawieh and H. Mouftah, "Efficient Delivery of Voice Services over MPLS Internet Infrastructure," presented at the Electrical and Computer Engineering, 2007. CCECE2007. Canadian Conference on, pp. 483-486, 2007.

[13] R. Beuran, VoIP over Wireless LAN Survey. Japan: Japan Advanced Institute off Science and Technology (JAIST), 2006, p. 40.

[14] K. Jannu and R. Deekonda, "OPNET simulation of voice over MPLS with consideringTraffic Engineering," Blekinge Institue of Technology, 2010.

[15] "BGP_MPLS_VPN_I2TS_2003.pdf."

[16] R. Hendershot, "The VoIP Telephone Services Revolution," ArticleCity, 13-Oct-2005.

[17] ALWAYN.V- Advanced MPLS Design and Implementation, Cisco Press, USA,2001, 496p.

[18] Haeryong Lee, Jeongyeon Hwang, Byungryong Kang, and Kyoungpyo Jun, "End-toend QoS architecture for VPNs: MPLS VPN deployment in a backbone network,"

[19] "BGP_MPLS_VPN_I2TS_2003.pdf."

[20]YAN. K- Network Protocol, Javvin Technologies, USA, 2005, 342p.

[21] K. Jannu and R. Deekonda, "OPNET simulation of voice over MPLS with considering Traffic Engineering," Blekinge Institue of Technology, 2010.

[22] M. Rahimi, H. Hashim, and R. Rahman, "Implementation of Quality of Service (QoS)in Multi Protocol Label Switching (MPLS) networks," presented at the SignalProcessing & Its Applications, 2009. CSPA 2009. 5th International Colloquium on, pp.2009 ،103-98

[23] Shahid Ali ,"OPNET Analysis Of VoIP Over MPLS VPN With IP QoS ",2011

[24]Niklas Ogrn "Selecting Of Virtual Private Networks With Multiprotocol Label .[18] Switching Or Virtual Local Area Networks",2002

[25] Guan Chye Tan " A Performance Analysis Of BGP/MPLS VPN Failover Functionality " ,2006

[26]Yiran Gao "Dynamic Inter-Domain Distributed Computing ",2008

[27]Azhar Shabbir Khan ,"MPLS VPNs With DiffServ –A QoS Performance Study", 2011

[28]Srihari Raghavan "An MPLS –Based Quality Of Service Architecture For Heterogeneous Network ",2012

[29]Satisfying End-to-End Quality of Service Requirements in Mobile Packet Networks,Parrick Fiati , KWAME NKRUMAH UNIVERSITY,2012

[30 "VoIP/IP Telephony," FlazX, 13-Sep-2010. [Online]. Available: http://www.flazx.com/category135.php. [Accessed: 13-april-2014].

[31][Online].Available:http://www.articlecity.com/articles/computers_and_internet/article_1758.shtml.[Accessed: 13-FEB-2014].

[32] M. Bromley, "Introduction to VoIP," EzineArticles,2005.[Online].Available: http://ezinearticles.com/?Introduction-to-VoIP&id=65549. [Accessed: 13-Sep-2014]

[33] J. Morris, "What Is VoIP and How Does It Work," EzineArticles, 2005. [Online].Available: http://ezinearticles.com/?What-Is-VoIP-and-How-Does-It-Work&id=13801.[Accessed: 13-Sep-2014].