مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (29) العدد (3) 2007
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol. (29) No. (3) 2007

دراسة ومقارنة أداء شبكات الإثرنيت الحاسوبية في نقل المعلومات

الدكتور رضوان دنده*

(تاريخ الإيداع 20 / 12 / 2006. قُبِل للنشر في 2007/9/24)

□ الملخّص □

يركز هذا البحث الانتباه على متطلبات الأداء على أنواع محددة من شبكات LAN بفحص برتوكول الوصول CSMA / CD وهذا سيساعدنا على إنشاء نموذج يعكس حركة الإطارات في شبكات الإثرنيت، الإثرنيت السريع، غيغابت إثرنيت في مستويات مختلفة من استخدامات الشبكة وهذا بدوره سيزودنا بطريقة لإنشاء حسابات تجعل معدل تمرير الإطارات أعظمياً وهو المعدل المطلوب من قبل الجسور والموجهات والمبدلات الموصولة لشبكات الإثرنيت لكي نكون متأكدين بأن هذه الآلة هي متوافقة بشكل كامل لتدعم السرعات القصوى لنقل الإثرنيت. سوف نعتمد لذلك لغة الـ Basic وبرامج حسابية وذلك لتطوير أداء الشبكة.

كلمات مفتاحية: أداء شبكات الإثرنيت.

* أستاذ مساعد في كلية الهندسة المعلوماتية – جامعة تشرين – اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (29) العدد (3) 2007
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol. (29) No. (3) 2007

Study and Comparison of Ethernet Network Performance in Data Transmission

Dr. Radwan Dandeh*

(Received 20 / 12 / 2006. Accepted 24/9/2007)

□ ABSTRACT □

We focus on the performance requirement of specific kind of LAN, using CSMA/CD. This helps to build a model to simulate the frame movement in the Ethernet, Fast Ethernet and Gigabit Ethernet. It would, in turn, enable us to make mathematical operations to maximize frames passing along the LAN, which is the best rate for router, switch and bridges connected to the Ethernet. This ensures that our devices are working to support the maximum speed for Ethernet. We use Basic language and mathematical programs to improve the LAN

Keywords: ETHERNET NETWORK PERFORMANCE, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Alteon.

*Associate Professor, Faculty of Informatics, Tishreen University, Latakia, Syria.

1- مقدمة:

شبكات الإثرنيت تعد شبكات ولوج متعدد بتحسس الحامل مع كشف التصادم
Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

كل محطة على الشبكة تتنصت على الحامل وتحاول نقل المعطيات عندما تشعر بغياب الإشارة ولكن لسوء الحظ محطتين يمكن أن يحاولا نقل المعطيات بنفس الوقت والنتيجة هي حدوث تصادم رغم اعتقاد محطة بأنه ليس هناك حامل فإنه من المحتمل أن تكون إشارة الحامل مازالت تنقل ولم تصل لها بعد لذلك فإن المحطة سترسل البيانات عندما تكون عيناتها من الخط تشير بغياب الحامل وهذا من الممكن أن يؤدي إلى التصادم.

بسبب الطبيعة العشوائية للتصادم أداء ناقل (Bus) الإثرنيت غير قابل للقياس وإن ميزات أدائِهِ والتأخير الناتج عن نقل الرسائل غير قابل للتحديد بشكل مسبق على الرغم من ذلك خلال فترة من الزمن يمكن أن نحسب الاستخدام الوسطي وفي مراحل الذروة عناصر المعطيات التي تستخدم لتقسيم شبكات الإثرنيت إلى شبكتين أو أكثر باستخدام الجسور أو أجهزة شبكية أخرى وذلك لزيادة أداء الشبكات المستقلة.

2- أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في إجراء دراسة فعلية لتقييم أداء شبكات الإثرنيت من حيث قدرة نقل المعلومات في الثانية الواحدة وذلك عند الأخذ بعين الاعتبار الطبيعة العشوائية للتصادم مما يجعل هدف البحث مركزا على إجراء دراسات ومقارنات على السرعات العالية لنقل المعلومات من خلال برامج حسابية ولغة برمجة مبسطةلإنشاء حسابات تجعل معدل تمرير الإطارات أعظمياً.

3- طريقة البحث ومواده:

تعتمد طريقة البحث الطريقة البرمجية والقياسات العلمية التي تمت في مخابر كلية الهندسة المعلوماتية ومقارنتها مع نتائج عالمية في بلدان أوربية "فرنسا " لحساب معدل نقل المعلومات في شبكات الإثرنيت ذات السرعات العالية وخاصة عند التحميل الزائد في بنية الإطار.

4- قياس معدل إطارات الشبكة:

لنحاول الآن حساب معدل الإطارات في شبكة الإثرنيت وشبكات الإثرنيت السريعة 100 Base TX وشبكات الغيغابت إثرنيت وذلك لأن تدفق الإطار في شبكات 100 Base TX هي عشر مرات أسرع من شبكات الإثرنيت (10 Base T) التي تعمل عند السرعة 10 Mbps.

لنقم أولا بتركيز الحسابات على الشبكات ذات السرعة المنخفضة عندما نقوم بحساب معدل الإطارات في شبكات الإثرنيت ذات السرعة 10 Mbps سوف نقوم ببساطة بضرب النتيجة بعشرة لحساب معدل الإطارات في شبكات الإثرنيت السريعة وعلى الرغم من أننا سننجز حسابات مشابهة لشبكات الغيغا بت بضرب نتيجة الإثرنيت بالعدد 100 سوف نلاحظ أيضا بأن هذه العملية قابلة فقط للتطبيق على نوع معين من الإطارات لأن شبكات الغيغابت

إثرنيت تتطلب تقنية توسيع الحامل لتؤكد من نقل الإطار ذي الطول الأصغري على الأقل كما نلاحظ في الجزء العلوي من الجدول (1) والذي يوضح بنية إطار IEEE 802. 3 (الإثرنيت).

الجدول (1) بنية الإطار في الاثرنيت

Field Frame	Minimum Size Frame	Maximum Size Frame
Preamble	8	8
Destination Address	6	6
Source Address	6	6
Length or Type	2	2
Data	46	1500
Frame Check Sequence	4	4
Total Size	72	1526

في هذا التوضيح حقل المقدمة ذو الطول 7 byte بالإضافة إلى حقل محدد بداية الإطار ذي الطول 1 byte تم دمجهما في حقل مقدمة بطول 8 byte لتبسيط [1,2]. ذلك لأنه في الحقيقة حقل المقدمة المستخدم من قبل الإثرنيت هو 8 byte بشكل تتابع بتناوب بين الـ 0 و 1.

بينما في بنية إطار IEEE 802. 3 يستخدم حقل المقدمة بطول 7 byte بتتابع بين الـ 1 و 0 و محدد بداية الإطار حقل بطول بايت واحد.

لأن الحسابات المطلوبة لتقييم شبكات للإثرنيت وأداء الجسور والموجهات تعتمد على طول الإطار وليس على بناء الإطار لذلك سنتغاضى ونستخدم حقل المقدمة بطول 8 byte، باستخدام الجزء السفلي من الجدول حجم الإطار يختلف أصغريا بمقدار 72 byte وأعظميا بمقدار 1526 byte، باستخدام معايير الإثرنيت و IEEE 802. 3 هناك وقت معين (9. 6 µs) بين الإطارات،باستخدام حجم الإطار والزمن الميت بين الإطارات يمكن أن نحسب العدد الأعظمي للإطارات في كل ثانية والتي يمكن أن تتدفق في شبكات الإثرنيت.

الآن لنفترض أنه لدينا شبكات LAN بسرعة 10Mbps مثل 10 Base 2 أو 10 Base 5 أو 10 BaseT، هنا يصبح لدينا زمن البت الواحد 10^{-7} / 1 أو 100 نانو ثانية.

فإذا افترضنا أن كل الإطارات لها الطول الأعظمي [1526 byte] فيصبح الزمن المطلوب لكل إطار:

9. 6 µ sec + 1526 byte * (8 bit / byte) * (100 n sec / bit) = 1. 23 m sec

وبما أن كل إطار بطول 1526 byte يتطلب 1.23 m sec لذلك بالثانية الواحدة هناك 1/1.23 m sec أو تقريبا إطارات بحجم أعظمي 8.12 لذلك فأن معدل النقل الأعظمي في شبكات الإثرنيت هو 812 إطار بالثانية وذلك عندما يتم نقل المعطيات في وحدات من 1500 بايت وذلك في تتابع من الإطارات.

فلدينا مثلاً: محطة يتم من خلالها نقل المعطيات إلى وحدات من 1500 byte هي عندما تقوم محطة العمل بتحميل ملف من المخدم أو نقل إلى محطة عمل أخرى أو إلى مخدم عندما يحدث هذا النوع من نقل المعطيات فإن حقل المعطيات للعدد الأعظمي للإطارات المتتالية سوف يتم ملؤه إلى الحجم الأعظمي وهو[1500 byte] إذا كان الجزء الأخير من الملف تم نقله بأقل من 1500 byte لذلك فإن حقل المعطيات للإطار الأخير المستخدم لنقل الإطار

سوف يكون أصغر من 1500 byte الآن العدد الأعظمي للإطارات التي يمكن أن تتجاوز شبكات الإثرنيت عند الحجم الأعظمي قد تم حسابه.

لنقم الآن بحساب معدل الإطارات عندما يكون حقل المعطيات ذا طول أصغري عندما تحدث هذه الحالة فإن حقل المعطيات يحوي على الأقل 46 محرف من المعلومات وإن رموز الـ PAD مطلوبة لكي يملئ حقل المعطيات إلى الطول الأصغري والذي هو 46 محرفاً والذي ينتج إطار إثرنيت أصغر بحجم (72 byte).

من أجل طول الإطارات الأصغري الذي هو (72 byte) فإن الزمن لكل إطار

9. 6 µ s + 72 bytes * (8 bit / byte) * (100 m s / bit) **or** 67. 2 * 10^{-6} seconds

ولذلك في الثانية الواحدة يمكن أن يكون هناك بشكل أعظمي: 10^{-6} * 2 .67 / 1 أو 14880 من إطارات ذات الطول الأصغري 72 byte.

إن الجدول التالي (2) يختصر متطلبات الإطارات لشبكات الإثرنيت ذات السرعة 10Mbps وذلك بشروط التحميل % 50 و % 100 والمعتمدة على حجم الإطار الأعظمي والأصغري [3].

الجدول (2) متطلبات إطار الإثرنيت

Network Type	Average Frame Size "byte"50%	Frame per Second 100%
Ethernet	1526 812 72 14880	406 7440
Fast Ethernet	1526 8120 72 148800	4060 74400

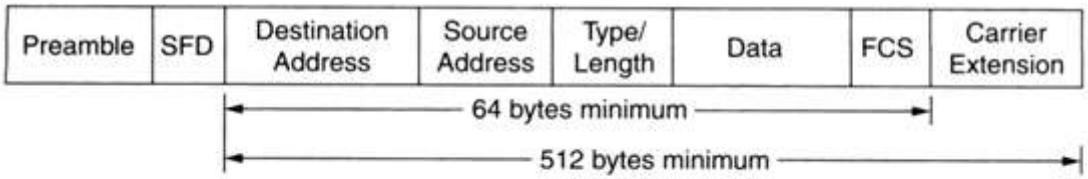
هذه المعدلات تشير إلى عدد الإطارات في الثانية لكل جهاز موصول لشبكات الإثرنيت بسرعة 10Mbps ويجب أن تكون قابلة للفحص بشروط المرور الكاملة (تحميل % 100) والمزدحمة (تحميل % 50).

وهي تعبر أيضا عن معدل تدفق الإطارات الأعظمي للجسور والمبدلات المرتبطة بالشبكة فإذا افترضنا أننا نمتلك جسور 10 Base T ذات منفذين فإن هذا الجسر يجب أن يملك قدرات تصفية مساوية أو أكثر 29780 لإطارات ذات حجم 72 byte بالثانية وذلك لكي يكون قادرا على فحص كل إطار يمكن أن يجتاز شبكات الـ 10 Base T الموصولة لكل منفذ وأيضا يجب أن يكون له قدرة على تمرير 29780 لإطارات ذات الحجم 72 byte في كل ثانية عبر الجسر وذلك لكي يتأكد من عدم ضياع أي إطار.

5- اعتبارات في شبكات غيغا بت إثرنيت:

إن شبكات الغيغابت إثرنيت تستخدم تقنية توسيع الحامل لضمان أن طول الإطار الأصغري هو 512 byte بدون تضمين المقدمة وحقل محدد بداية الإطار يظهر الشكل (1) بنية إطار غيغابت إثرنيت ولتضمين حقل توسيع

الحامل المتغير كما قلنا سابقا فإن هذا الحقل سيختلف بالطول فهو سيكون أعظمياً بحجم 148 byte عندما يجد أن الإطار ذا طول أصغري لحجم 64 byte ويصل أيضا إلى الحجم 0 byte عندما يكون حقل المعلومات مساوياً أو أعظم لحجم (494 byte) [4,5].



Legend:

SFD Start of Frame Delimiter
FCS Frame Check Sequence

الشكل \ ١ \

طبعا نلاحظ أن طول الإطار الفعلي المتدفق في وسيلة النقل يتضمن حقول SFD والمقدمة وهو يتطلب أصغريا حجم إطار (520 byte) لشبكات غيغا بت إثرنيت. من أجل الطول الأصغري لإطارات غيغا بت إثرنيت 520 byte فإن زمن كل إطار يحتاج إلى زمن ميت قدره (0. 0 96 µsec) بين الإطارات ومدة كل بت وهو (1 n sec) لذلك فإن زمن كل إطار يصبح:

0. 096 µ s + 520 bytes * (8 bits / byte) * (1 n sec / bit) = 4. 256 µ s

إذاً في ثانية واحدة لدينا أعظمياً 1 / 4. 256 µ s أو 234962 لإطارات أصغرية لحجم 520 byte.

لحساب العدد الأعظمي للإطارات لحجم أعظمي يمكن أن تتدفق في شبكات غيغا بت إثرنيت فإنه يمكن أن نستخدم إطارات بطول 1526 byte بتضمين المقدمة وحقل محدد بداية الإطار.

للقيام بذلك فإن الزمن المطلوب لنقل إطار غيغا بت إثرنيت ذو حجم أعظمي يصبح:

0. 096 µ s +1526 bytes * (8 bits / byte) * (1 n s / bit) = 12. 304 m s

ولذلك في ثانية واحدة هناك أعظميا 1 / 12. 304 µ s أو 81200 بإطارات ذات حجم أعظمي في كل ثانية.

الجدول (3) حجم الإطار في كل ثانية

Average Frame Size	50% load	Frame per Second 100% load
520	117481	234962
1526	40600	81200

بمقارنة قيم الجدولين السابقين سوف نلاحظ أن الإثرنيت تدعم تدفق بيانات 14880 بإطارات ذات طول أصغري لكل ثانية بينما في شبكات الغيغابت إثرنيت ولطول إطارات أصغري 520 byte (484 + 72) إنها محدودة لـ 23496 إطار بثانية.

Network Type	Average Frame Size byte"50%	Frame per Second 100%
Ethernet	1526 812 72 14880	406 7440
Gigabit	117481 40600	234962 81200

إذ أنها بحوالي 15. 79 مرة أسرع من شبكات إثرنيت ذات السرعة 10Mbps وإذا قارنا الإثرنيت السريع بطول إطـــارات أصـــغري ذي معـــدل 14800 مـــع معـــدل غيغابـــت إثرنيـــت 23496 فـــإن النســـب ة تـــنخفض إلـــى (1 :1. 579) فبدلا من الحصول على نسبة 1 :100 و 1 :10 حصلنا على 1 :15. 79 و 1: 1. 579 والذي يشير بأنه من أجل الاستعلامات التفاعلية فإن استخدام غيغابت إثرنيت يمكن أن يتوقع منه أن يؤمن تطويراً اقل من (60%) زيادة عن الإثرنيت السريع.

6- توسيع الإطار شديد الضخامة:

نتيجة لما ذكرنا سابقا عن حسابات غيغابت إثرنيت، شبكات ألتون Alteon عرفت إطارات غيغابت إثرنيت موسعة لزيادة قدرة النقل هذه التقنية تم دعمها من قبل(OEM) Original Equipment Manufacturer

وعرف عنها بأنها آلية لتعزيز أداء غيغابت إثرنيت بغض النظر عن قدرة هذه الآلية على تعزيز الأداء لنقم بسلسلة من الحسابات باستخدام تقنية الإطارات شديدة الضخامة لشبكات Alteon فإن إطارات الإثرنيت تم توسعتها لتسمح لحقول المعلومات بأن تتسع حتى byte 9000 هذا التوسع يؤمن لنا القدرة لنقل ستة أضعاف من حجم المعطيات الأعظمي في الإطار القياسي وتحتاج فقط إلى مجموعة وحيدة من بايتات التحميل الزائد لنحسب أولا العدد الأعظمي للإطارات الأعظمية في الطول الذي يمكن أن ينقل في شبكات الغيغابت إثرنيت إن الزمن المطلوب لنقل إطار غيغابت إثرنيت ضخم جدا (جامبو) هو:

0. 096 µ s +9000 bytes * (8 bits / byte) * (1 n s / bit) = 72. 096 µ s

إذاً في ثانية وحيدة 10^{-6} * 096 .72 / 1 أو 13870 من الإطارات يمكن أن ينقل.

نستطيع الآن المقارنة بين الإطارات ذات الطول الأعظمي لغيغابت إثرنيت مع إطارات الجامبو وذلك بفحص قدرتها على نقل المعطيات لأن:

81274 إطارات غيغابت إثرنيت ذات الطول الأعظمي يمكن أن تنقل في 1 ثانية وكل إطار يمكن أن ينقل 1500 byte في حقل المعطيات فإننا حصلنا على قدرة نقل معطيات تساوي:

81. 274 Frames / Second * 1500 byte / Frame or 121. 911.000 byte / second

وكما نعرف بأن البايت يحوي 8 bit فإننا نحصل على نقل معطيات أعظمي

121. 911. 000 bytes / second * (8 bits / byte) or 0. 975288 Gbps

عندما نستخدم إطارات الجامبو فإنه يمكننا أن ننقل 13870 إطار بالثانية وحقل المعلومات يتسع الآن لـ 9000 byte هذا ينتج قدرة نقل معطيات أعظمية تساوي:

13. 870 Frame /second * (9000 byte /Frame) * (8 bits / byte) or 0. 99864 Gbps

والآن باستخدام إطارات الجامبو ونتيجة لما سبق فإننا نتوقع أن تؤمن زيادة في معدل نقل البيانات تقريبا (998. 640 Mbps – 975 – 288 Mbps) 23 Kbps

ويجب أن نلاحظ أن استخدام إطارات الجامبو قابل للتطبيق فقط في الغيغابت إثرنيت وذلك عندما يكون الطرف الآخر من الاتصال هو منفذ مبدل والذي يدعم أيضا تقنية إطارات الجامبو.

7- Program EPER Form. BAS:

من الحسابات السابقة تم تحديد شروط تحميل الشبكات الكامل% 100 والمزدحمة % 50 لموجهات ومبدلات وجسور الإثرنيت.

لتسهيل إنجاز حسابات إضافية فإن نموذج عام من أدوات شبكات الإثرنيت لمعالجة المتطلبات سوف يتم تطويره وكتابة برنامج بسيط بلغة الـ BASIC الذي سوف يتم تنفيذه وذلك بتغير حجم إطار إثرنيت من طوله الأصغري 72 byte إلى الطول الأعظمي 1526 byte وذلك بعد تضمين حقل المقدمة ومحدد بداية الإطار والذي يضيف بشكل متراكم 8 byte إلى طول إطار MAC هذه الإضافة ضرورية وذلك لأن كلا الحقلين يتم تضمينهما مع كل إطار يتدفق عبر الشبكة هذا يؤثر على العدد الأعظمي للإطارات التي يمكن أن تنقل عبر واحدة الزمن يمكن وضع هذا البرنامج في مكتبة BASIC ليتم استخدامها عبر الشبكة [6,7].

لتطوير نموذج عام الذي يزودنا بأعظم عدد من الإطارات التي يمكن أن تنقل عبر شبكات الإثرنيت يمكن ببساطة تبديل طول الإطار المحدد الذي استخدمناه بالحسابات السابقة بالمتحول FLENGTH ثم نستطيع الحصول على معدل الإطارات الأعظمي بواحدة إطار بالثانية ضمن شروط التحميل الكامل (% 100):

Ethernet 100 % Load Frame rate =1 /(9. 6 µsec + FLENGTH * 8 bits / byte * 100 n sec / bit)

Program Listing of EPERFORM. BAS

```
REM PROGRAM EPERFORM. BAS
LPRINT " THIS PROGRAM COMPUTES ETHERNET BRIDGE FRAME
PROCESSING REQUIREMENTS "
LPRINT " BASED UPON VARYING AVERAGE ETHERNET FRAME LENGTHS "
LPRINT
LPRINT " AVERAGE FRAME LENGTH  FRAME PROCESSING REQUIREMENT "
LPRINT " 50 % LOAD       100 % LOAD "
LPRINT
FOR J = 1 TO 12 STEP 3
READ A, B, C
DATA 72, 72, 1, 80, 100, 20, 125, 1500, 25, 1526, 1526, 1
FOR FLENGTH = A TO B STEP C
FPS = 1 / (. 0000096 + FLENGTH * 8 *. 0000001 )
LPRINT USING "  # # # # #    " ; FLENGTH ;
```

```
LPRINT USING "  ######.##          ######.##" ; FSP /2 ; FPS NEXT
FLENGTH
NEXT J
END
```

طبعا يظهر لنا البرنامج معدل إطارات الإثرنيت لأطوال الإطارات تتغير من 72 إلى 1526 بايت وذلك بشروط التحميل (100 %) و(50 %).

في هذا البرنامج الحلقة For J تم استخدامها لتعرف 4 مجموعات من المتحولات تستخدم من قبل الحلقة For FLENGTH والتي تنجز حسابات مطلوبة لتحديد متطلبات معالجة إطارات الإثرنيت بالاعتماد على أطوال إطارات مختلفة.

المتحول FPS يحسب معدل الإطارات بالثانية بالاعتماد على مدة بت 100 n sec (0. 0000001 sec) والتي تمثل مدة البت في شبكات الإثرنيت ذات السرعةMbps 10 يمكن إما إنقاص مدة البت بالمعامل 10 وتغيير الفواصل بين الإطارات من 0. 0000096 إلى 0. 00000096 لنحسب جدول معدل الإطارات للإثرنيت أو بضرب النتيجة التي حصلنا عليها من البرنامج الذي لم يتم تعديله بالعدد 10. إن التكرار الأول لحلقة J ببساطة يجعل FLENGTH يحسب متطلبات معالجة الإطار ذي طولbyte 72. التكرار الثاني يستخدم طول الإطار 80 ثم 100 وذلك بزيادة byte 20. أما التكرار الثالث فيستخدم طول الإطار من 125 إلى 1500 وذلك بزيادة byte 25. والتكرار الرابع ينهي الحسابات بطول الإطار الأعظمي byte 1526.

إن كل نتيجة تظهر يمكن أن نضربها بالعدد 10 للحصول على المتطلبات الخاصة بشبكات إثرنيت السريع 100 Base TX نتيجة للتطور في الجسور، المبدلات، الموجهات يجب تحديد قدرة المعالجة لأدوات الشبكة بأن تكون أكبر من طول إطار الإثرنيت حيث إن النتائج تستخدم لتحديد إمكانية الاستمرار في استخدام الجسور القديمة والموجهات القديمة أو تغييرها. لذلك عند إضافة كرت محول جديد إلى الشبكة لدعم 10 Base T أو100 Base TX يجب أن نفحص قدرته على المعالجة مقارنة بالنتائج.

:Program GBITPFRM. BAS 1-7

في الغيغابت إثرنيت يلاحظ أن هناك خلافين رئيسين عن البرنامج السابق:

الأول: من أجل كل طول إطار أصغر من 25 byte فإن متحول طول الإطار GLENGTH يضبط مباشرة للقيمة 512 byte من أجل حساب قيمة FPS.

الثاني: حسابات FPS تستخدم زمن ميت قدره ($9.6 * 10^{-8}$ sec)ومدة بت مقدارها (100 n sec) مرتبطة بشبكات إثرنيت بسرعة 10 Mbps.

يمكن الاستفادة من البرنامج السابق في تقديم فائدة ثمينة في تقييم الجسور والمبدلات والموجهات.

 # ملاحظة:

إن العمل الذي تم في برنامج الغيغابت هو من خلال الضرب بمقدار عشرة و قد تم التنويه على الفوارق السابقة.

8- معدل تشغيل الإثرنيت الفعلي:

إن العدد الأعظمي من الإطارات الذي يمكن أن يحمل في شبكات الإثرنيت ذات السرعات 100 1Gbps Mbps, 10 Mbps بحسب هذه المعلومات يمكن أن تستخدم لتحديد معدل استثمار الشبكات LAN لكي نقوم بذلك يجب أن نعرف بأن العدد الفعلي من البتات الذي يمكن أن ينقل عبر شبكات LAN_ Ethernet دائما سوف يكون أقل من معدل التشغيل نتيجة للزمن الميت بين الإطارات.

مثلا: لحساب العدد الفعلي من البتات المنقولة في الثانية الواحدة باستخدام إطار بطول أعظمي يجب أن نطرح عدد البتات التي لا يمكن أن تنقل خلال 2 / 8 فراغ من الزمن الميت (9. 6 µsec) من أجل إثرنيت بسرعة 10 Mbps بمعدل تشغيل LAN.

ثم عندما تم نقل إطارات ذات سعة 1526 byte فإن معدل تشغيل نقل بيانات شبكة إثرنيت الأعظمي الكلي هو:

10 Mbps – (9. 6 µ sec / 100 n sec) * 812 = 9. 922. 048 bps

لذلك من أجل الاستفادة (100 %) من شبكات الإثرنيت ذات السرعة 10 Mbps عندما نستخدم إطارات بحجم أعظمي (1526 byte) فإن (9. 922 Mbps) يجب أن تنقل في الثانية الواحدة.

من أجل شبكات إثرنيت السريع محارف خاملة تنتقل بين الإطارات والتي تؤثر نتيجة لوجود زمن ميت بين الإطارات إن الزمن الميت هنا هو عشر الموجود (10 / 1 الموجود) في إثرنيت ذات السرعة 10 Mbps أو (0. 96 ميكرو ثانية) وإن مدة البت تنخفض إلى (10 n sec) لذلك فإن معدل تشغيل نقل البيانات لإثرنيت السريع الأعظمي الفعلي عندما ننقل إطارات بحجم 1526 byte تصبح:

100 Mbps – (0. 96 µ sec / 10 n sec) * 8127= 99. 220. 480 bps

يمكن أن ننجز حسابات مشابهة لغيغابت إثرنيت بتعديل الزمن الميت بين إطارات وزمن البت وعدد الإطارات القابلة للنقل في الثانية ومن أجل إطارات ذات طول أعظمي:

1000 Mbps – (0. 96µ sec / 1 n sec) * 81275 = 992. 197, 600 bps

9- الاستخدام الأمثل للشبكة:

لتوضيح الحسابات المطلوبة لتحديد مستوى الاستخدام الأمثل لشبكة الإثرنيت نفرض أن مراقب شبكة الإثرنيت "Etherpeek" يشير إلى أنه خلال عشر دقائق من المراقبة تم عد 280000 إطار التي تملك حقول معطيات وسيطية بطول100 byte طبعا حقول المعطيات هذه ستكون 126 byte لأن 26 byte منها يشكل تحميلاً زائداً مطلوباً لنقل كل إطار ولذلك فإن معدل عدد الإطارات الوسطي في الثانية سيحسب على الشكل التالي:

$$\frac{280\ .\ 000\ \text{Frames} / 10\ \text{minutes}}{\frac{60\ \text{sec}}{\text{minutes}}\ .\ 10\ \text{minutes}} = 466\ .\ 67\ \text{Frames per second}$$

إن عدد البتات المتدفقة في الشبكة يحسب بضرب حجم الإطار بـ byte / bits 8 ثم بضرب النتيجة بحجم الإطار لذلك:

126 bytes / Frame * 8 bits / byte * 466. 67 Frames / second is 470. 403 bits

ثم الاستفادة كنسبة مئوية سوف تكون

470. 403 / 9. 922. 048 * 100 or 4. 74

بالاعتماد على إحصائيات الأداء المتوفرة بسرعة، فإن إثرنيت ذات مئة عقدة نستطيع بشكل طبيعي أن نتوقع أن يكون لها معدل استخدام أقل بـ (% 2) مع الثانية، الدقيقة، الساعة الأسوأ نكون النسب المئوية: 40, 15, 20, 3 إلى 5 بالترتيب بشكل مشابه فإن مستويات الاستخدام الأمثل يمكن أن تكون غير قابلة للتطبيق في شبكات الإثرنيت السريعة (100Mbps) لأن مثل هذه الشبكات تعمل بعشرة أضعاف معدل شبكات LAN ذات السرعة 10 Base T وهذا يعني أنه يمكن أن توفر زيادة واضحة للوصول إلى مستويات أعلى من الاستخدام الأمثل [8].

لذلك فإن % 2 والذي هو مستوى الاستخدام الأمثل لشبكات الإثرنيت ذات السرعة 10 Mbps يوفر نقل معطيات أمثلي مقداره 9. 922, 048 * 0. 02 أو ما يعادل تقريبا 198 Kbps.

عند هذا المعدل من نقل المعطيات يمكن للناس إرسال بريد الكتروني، التفاعل مع مخدم الملفات، وإنجاز عمليات نقل في شبكات الإثرنيت السريعة مستوى (% 2) من الاستخدام الفعال للشبكة بمعدل نقل المعطيات عشرة أضعاف شبكات الإثرنيت ذات السرعة 10 Mbps أو تقريبا (1. 98 Mbps) بوضع هذا الرقم ضمن المنظور الفعلي لنفرض بأن الطول التقليدي لرسالة البريد الالكتروني هو 1000 بايت أو 8000 bit هذا يعني أنه عند مستوى الاستفادة من الشبكة الذي مقداره % 2 وشبكة الإثرنيت السريع ذات السرعة (100 bps) تزود نقل ما يقارب من 250 000 محرف رسائل بريد الكتروني بالثانية.

عندما يبدأ عدد من مستخدمي الشبكة نقل ملف يمكن أن نتوقع فترة قصيرة من بلوغ الشبكة مستوى الذروة أو تمتاز بمقدار % 40 عن شبكات إثرنيت ذات السرعة 10 Mbps لأن (64 Kbyte) لنقل ملف سوف تتطلب أقل من (0. 07 sec) عند السرعة (10 Mbps).

عدة عمليات نقل ملفات سوف يتم إنهاؤها بشكل سريع والذي يبعد احتمال أن يتراكب نقل ملف فوق عملية نقل ملف آخر إذا بدأ شخصان عملية نقل ملف خلال ثانية أو خلال جزأين من الثانية وهذا يشرح لماذا يكون معدل الاستفادة من الدقيقة الاستفادة الأسوء لشبكات الإثرنيت ذات السرعة (10 Mbps) يتم تخفيضه تقريبا إلى مجال بين % 15 و % 20 مقارنة إلى معدل الاستخدام من الثانية الأسوء الذي هو % 40.

من الحسابات السابقة يظهر أنه يجب مراقبة الشبكة ليس فقط لدقائق بل يجب أن تستمر العملية عدة ساعات خلال مراحل الذروة للتأكد من أن معدل الاستفادة لم ينتج سهوا.

عندما نحسب معدل الاستفادة من شبكات غيغابت إثرنيت من الضروري أن نتذكر بأن كل الإطارات ذات الطول أقل من 520 byte يتم توسعتها إلى الطول 520 byte بواسطة تقنية توسيع الحامل هذا يعني بأن معدل الأداء لشبكات غيغابت إثرنيت يمكن أن يتأثر بشكل ملحوظ من الكميات الكبيرة لتدفقات الاستعلامات خلال شبكات الغيغابت إثرنيت، يمكن أن نرى ذلك بملاحظة الجدول (2) حيث إن العدد الأعظمي لإطارات الغيغابت إثرنيت الممكن نقله محدود بـ 234962 إطار بالثانية لكل الإطارات ذات الطول الأصغر والمساوي 520 byte بالمقارنة مع شبكات الإثرنيت السريع التي يمكن أن تدعم نقل 800 .148 لإطارات ذات الطول 72 byte كل ثانية. هذا يعني أنها أصبحت محتملة نظريا من أجل شبكتي إثرنيت سريع ثم ربطهما بشبكة غيغابت إثرنيت كعمود فقري لإشباع هذا العمود

على الرغم من أنه نظريا شبكات الغيغابت إثرنيت يجب أن تكون قادرة على دعم 10 شبكات إثرنيت سريع ولكنه من المفضل دوما استخدام الغيغابت إثرنيت كعمود فقري للشبكة.

10- معدل نقل المعلومات:

على الرغم من أن معرفة طول الإطار الوسطي ومعدل الإطارات هو مهم لكنهم لوحدهم لا يؤمنون معلومات قطعية حول المعدل الذي يتم عبره نقل المعلومات على الشبكة وهذا يحدث لأن جزءاً من إطار الإثرنيت يمثل تحميلاً زائداً ولا يحمل معلومات فرعية لذلك يجب أن نحسب معدل نقل المعلومات بت كل ثانية (bps) هذه الحسابات تنجز بداية بطرح 26 byte من طول الإطار من أجل إطار بحقل معلومات ذي الطول 46 byte أو أكثر ثم يجب ضرب معدل الإطار بطول الإطار المعدل ثم ضرب النتيجة بـ 8 لنحصل على معدل نقل المعلومات بالبت كل ثانية.

Program Listing of EITR. BAS

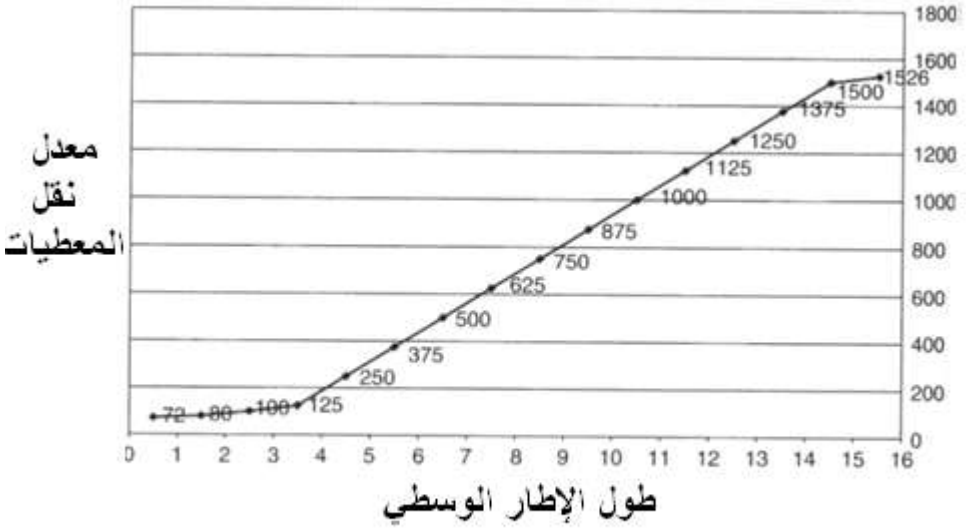
```
CLS
REM PROGRAM  EITR. BAS
PRINT" INFORMATION TRANSFER RATE VERSUS AVERAGE FRAME LENGTH "
PRINT

PRINT " AVERAGE FRAME  100% LOAD INFORMATION TRANSFER "
PRINT " LENGTH              FRAMES / SEC          RATE IN BPS "
FOR J = 1 TO 12 STEP 3
READ A, B, C
DATA 72, 72, 1, 80, 100, 20, 125, 1500, 125, 1526, 1526, 1
FOR FLENGTH = A TO B STEP C
FPS = 1 / (. 000096 + FLENGTH * 8 *. 0000001  )
PRINT USING "  # # # # #      # # # # #     " ; FLENGTH ; FPS
PRINT USING  "       # # # # # # # # " ; FPS * ( FLENGTH – 26 ) * 8
NEXT FLENGTH
NEXT J
END
```

البرنامج اسمه (EITR. BAS) هذا البرنامج تم تطويره ليحسب معدل نقل المعلومات bps معتمداً على 16 طول إطار وسطي ومعدلات نقل الإطارات المرتبطة بها.

ويمكن بسهولة الحصول على البرنامج الخاص بالإثرنيت السريع بتعديل بسيط نتيجة تنفيذ البرنامج السابق يمكن الحصول على معدل نقل المعلومات الخاص بالإثرنيت السريع بضرب النتائج التي تظهر في العمودين الثاني والثالث بالرقم 10.

بمراقبة النتائج الظاهرة في الشكل 2 وخصوصا العمود الثالث نجد أنه من أجل طول إطار وسطي مقداره (72byte) كان معدل نقل المعلومات يساوي تقريبا (5. 48 Mbps) وهو أكثر بقليل من نصف معدل تشغيل الإثرنيت ذات السرعة (10 Mbps) من أجل طول إطار وسطي 1526 byte كل الإطارات هنا ذات طول أعظمي فإن معدل نقل المعلومات يزداد ليصبح تقريبا (9. 75 Mbps) هذا يوضح لماذا بشبكات الإثرنيت الكبيرة ذات السرعة 10 Mbps يمكن أن تعالج بأمان عدة عمليات نقل ملف في نفس الوقت بدون أي انخفاض في الأداء.

نقل ملف بزيادة طول الإطار الأعظمي سيزيد قدرة شبكة الإثرنيت على نقل المعلومات وهذا يدل على أن معدل نقل المعلومات يعتمد على طول الإطار الوسطي [9].



الشكل ١٢\ طول الإطار مقارنة بمعدل نقل المعطيات

نلاحظ أن المدى الذي هو أعظميا 10 Mbps لمحور الـ Y يمثل معدل تدفق المعطيات في شبكات الإثرنيت ذات السرعة 10 Mbps

11- اعتبارات في شبكات غيغابت إثرنيت:

إحدى الأوجه الممتعة في التشبيك هي التشابه والذي يؤدي إلى سحر عند المقارنة بين المنتجات لذلك فإننا نستطيع أن نقارن بين معدل تدفق المعلومات بين غيغابت إثرنيت والإثرنيت السريع والإثرنيت التقليدي لكن يجب الانتباه دوما إلى أن إطارات غيغابت إثرنيت ذات الحجم أقل 512 byte بدون تضمين حقول مقدمة ومحدد بداية الإطار يجب توسعتها إلى الطول 512 byte باستخدام تقنية توسيع الحامل لذلك فإن قدرة نقل المعلومات الفعلية لإطار غيغابت إثرنيت يعتمد على طوله [10].

يمكن تطوير البرنامج السابق ليحسب معدل نقل المعلومات لغيغابت إثرنيت المعتمدة على مجال من أطوال الإطارات نلاحظ أنه إذا كان طول الإطار أقل من 500 فإن قيمته مضافا إليها ثمانية يتم طرحها من 512 لكي نحدد عدد توسعات الحامل لأننا نعمل مع الإطارات التي تضمن حقولاً مقدمة ومحدد بداية الإطار لذلك فإن إضافة 8 byte يتم طرحها لتحديد عدد توسعات الحامل.

بعد حالة الطباعة LPRINT نطرح عدد توسعات الحامل مضافة إليها التحميل الزائد الخاص بالإثرنيت 26 byte من طول إطار الغيغا بت الثابت (520 byte) من أجل كل الإطارات أقل أو تساوي 520 ثم نضرب هذه النتيجة بالعدد ثمانية.

لنحسب عدد بتات المعلومات المنقولة في الإطار نضرب هذا العدد بالمتحول FPS سينتج معدل نقل معلومات من أجل كل الإطارات حتى الإطارات ذات الطول byte 520، عندما تتجاوز الإطارات الطول byte 520 يتم استدعاء السلسلة الثانية من تعليمة LPRINT وهذا يؤدي إلى أن طول الإطار سوف يتم إنقاصه بالعدد 26 والتي هي بايتات التحميل الزائد وذلك من أجل حساب معدل نقل المعلومات.

12- الخلاصة:

بفحص النتائج نلاحظ أن معدل نقل المعلومات في غيغا بت إثرنيت هي فقط تقريبا 20 ضعف لإثرنيت ذات السرعة (10 Mbps) وذلك من أجل إطارات ذات طول أصغري ولأن الإثرنيت السريع له 10 أضعاف معدل نقل المعلومات من إثرنيت التقليدية فهذا يعني أن غيغا بت إثرنيت تؤمن تقريبا ضعف قدرة نقل المعلومات عن الإثرنيت السريعة عندما يكون طول الإطار الأصغري تقريباً صغيراً لأن كثيراً من الناس يعتقدون أن الغيغا بت إثرنيت دائما تؤمن عشر إضعاف زيادة في نقل المعلومات بالمقارنة مع الإثرنيت السريع إلا أن هذا المثال جيد نسبيا من أجل هذا الوهم في عالم التشبيك ويجب أخذ هذه النتائج بعين الاعتبار عند اختيار نوع الشبكة المخصصة لأي مخطط شبكي فمن الناحية المالية ونتيجة للقياسات السابقة لن يكون معقولا دفع مبالغ لشبكة من النوع غيغابت تتفوق بعشرة أضعاف عن شبكة إثرنت في حال أن الأخيرة هي أبطأ للنصف فقط عن شبكة غيغابت.

في الفحوصات الخاصة بالتحميل الزائد في بنية إطار الإثرنيت كما رأينا سابقا حيث لاحظنا أن الإطارات القصيرة نسبيا تملك تحميلاً زائداً كبيراً نسبياً وذلك لأننا كنا بحاجة إلى استخدام محارف الحشو لإملاء حقول البيانات لتصبح على الأقل 46 محرفاً، لذلك فإن من الممكن تعزيز أداء الإثرنيت بنقل حقول بيانات أكبر ولكننا لم نستطيع إيجاد حقل المعطيات المثالي بل اقتصرنا على حقيقة أن أقل حجم لحقل بيانات بحدود 1500 محرف كان أكثر فعالية.

المراجع:

1-MICHAEL,A.; WILLIAM,M. *Networking Explained*. Digital Press, Nov 30, 2001.
2-MARIAN,B. *High Performance Computing and Networking*. Springer, Jun 1, 2000.
3-GILBERT, H. *Ethernet Networks*. John Wiley and Sons, Dec 20, 2002.
4-SCOTT,M.;TERRY,W. *Upgrading and Repairing Networks*.Que Publishing,Sep25, 2001.
5-PHILIP,M.; MICHAEL,C. *LAN Technologies Explained*. Digital Press, Apr 11, 2000.
6-DANIEL,N. *Network Performance Base lining*. Sams Publishing, May 9, 2000.
7-TERESA,C.; TERESA, K. *Network Design*. CRC Press, Aug 19, 1998.
8-JOHN,R. *High-Speed Cisco Networks*. CRC Press, Dec 21, 2001.
9-SLOOT, P.; HERTZBERGER, M. *High-Performance Computing and Networking*. Springer,. Jun 1, 1998.
10- JAMES,T. *LAN Wiring*. McGraw-Hill Professional, Aug 14, 2000.