

Chapter 13: Wired LANs: Ethernet

بروتوكول الإيثرنت - ETHERNET PROTOCOL

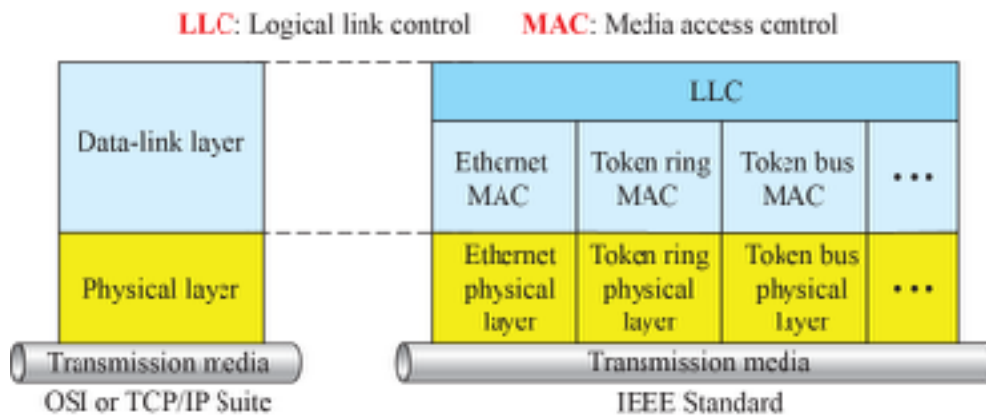
The data-link layer and the physical layer are the territory of the local and wide area networks. This means that when we discuss these two layers, we are talking about networks that are using them

طبقة (وصلة البيانات) والطبقة المادية كلاهما أراضي لمنطقة الشبكة المحلية والواسعة. هذا يعني أنه عندما نناقش هذه الطبقتين.. نحن نتحدث عن الشبكات التي تستخدمهما.

IEEE Project 802

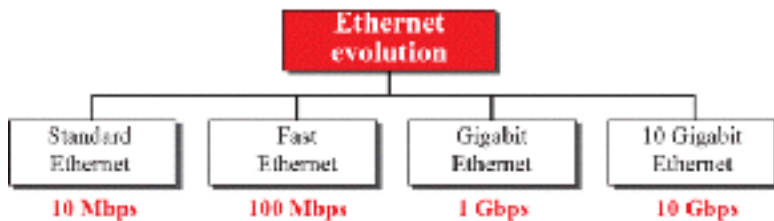
In 1985, the Computer Society of the IEEE started a project, called Project 802, to set standards to enable intercommunication among equipment from a variety of manufacturers. Project 802 does not seek to replace any part of the OSI model or TCP/IP protocol suite. Instead, it is a way of specifying functions of the physical layer and the data-link layer of major LAN protocols. The relationship of the 802 Standard to the TCP/IP protocol suite is shown in Figure 13.13.

في ١٩٨٥، مجتمع الكمبيوتر لـ IEEE بدأ مشروع سُمي مشروع ٨٠٢، لوضع الأساسيات لتمكين الاتصال الداخلي بين المعدات في مجموعة متنوعة من الشركات المصنعة. مشروع ٨٠٢ لا يبحث عن البديل لأي جزء من OSI model أو مجموعة بروتوكولات TCP/IP. عوضاً عن ذلك.. فإنها طريقة لتحديد المهام للطبقة المادية وطبقة وصلة البيانات في بروتوكول LAN الرئيسي. العلاقة بين أساسيات ٨٠٢ ومجموعة بروتوكولات TCP/IP في الصورة التالي



ثورة الإيثرنت - Ethernet Evolution

The Ethernet LAN was developed in the 1970s by Robert Metcalfe and David Boggs. Since then, it has gone through four generations: Standard Ethernet (10 Mbps), Fast Ethernet (100 Mbps), Gigabit Ethernet (1 Gbps), and 10 Gigabit Ethernet (10 Gbps), as shown in Figure 13.2. We briefly discuss all these generations.



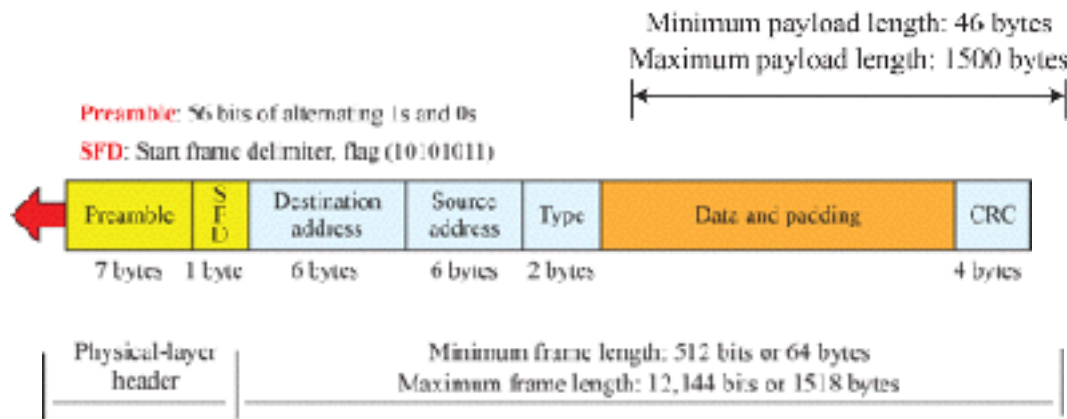
إيثرنت الشبكة المحلية تم تطويره في ١٩٧٠ بواسطة روبرت ميتكالف وديفيد بوغز، من تلك الفترة.. مر الإيثرنت خلال ٤ أجيال من التطوير:

المرحلة الأساسية وهي ١٠ ميجابايت، الإيثرنت السريع وهي ١٠٠ ميجابايت، جيجابايت إيثرنت وهي ١ جيجا بايت، و ١٠ جيجابايت إيثرنت.

الإيثرنت الأساسي - STANDARD ETHERNET

We refer to the original Ethernet technology with the data rate of 10 Mbps as the Standard Ethernet. Although most implementations have moved to other technologies in the Ethernet evolution, there are some features of the Standard Ethernet that have not changed during the evolution. We discuss this standard version first.

ننصح باستخدام الإيثرنت الأساسي بمعدل ١٠ ميجابايت في الثانية، بالرغم من أن الغالبية انتقلت لتنفيذ ثورة الإيثرنت في التقنية، هناك بعض الخصائص في الإيثرنت الأساسي التي لم تتغير خلال الثورة.



المميزات - Characteristics

Example:

Show how the address 47:20:1B:2E:08:EE is sent out online.

اشرح كيف يتم إرسال العنوان التالي أونلاين 47:20:1B:2E:08:EE

Solution

The address is sent left to right, byte by byte; for each byte, it is sent right to left, bit by bit, as shown below:

العنوان يُرسل من اليسار إلى اليمين، بايت بعد بايت، لكل بايت.. يُرسل من اليمين إلى اليسار بت بعد بت مثلما يظل في الجدول.

Hexadecimal	47	20	1B	2E	08	EE
Binarys	01000111	00100000	00011011	00101110	00001000	11101110
Transmitted ←	11100010	00000100	11011000	01110100	00010000	01110111

في الجدول السطر الأول هو العنوان، السطر الثاني هي الأرقام الثنائية للأرقام الهكساديسمل، والنقل يصير في السطر الثالث، كل مجموعة انعكسها من اليمين لليساار.

العنوان - Addressing

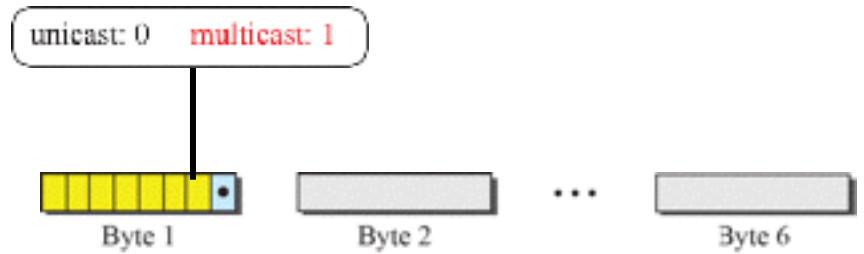
Each station on an Ethernet network (such as a PC, workstation, or printer) has its own network interface card (NIC). The NIC fits inside the station and provides the station with a link-layer address. The Ethernet address is 6 bytes (48 bits), normally written in hexadecimal notation, with a colon between the bytes.

كل محطة في شبكة الإيثرنت (مثل الجهاز المكتبي، بيئة العمل، الطابعة) تحتوي على كرت الواجهة الخاص بشبكته الخاصة - Network Interface Card - NIC - الكرت موضوع داخل الجهاز أو المحطة ويقدمها إلى المحطة الأساسية بواسطة عنوان طبقة الربط. عنوان الإيثرنت عبارة عن ٦ بايت (٦٤ بت)، وعادة يكتب برموز الهكساديسمل، مع نقطتين رأسييتين بين البايتس.

مثال - For example, the following shows an Ethernet MAC address:

4A:30:10:21:10:1A

Figure 13.4: Unicast and multicast addresses



Example:

Define the type of the following destination addresses:

حددي نوع العناوين الموجهة التالية

- a. 4A:30:10:21:10:1A
- b. 47:20:1B:2E:08:EE
- c. FF:FF:FF:FF:FF:FF

Solution:

To find the type of the address, we need to look at the second hexadecimal digit from the left. If it is even, the address is unicast. If it is odd, the address is multicast. If all digits are Fs, the address is broadcast. Therefore, we have the following:

- a. This is a unicast address because A in binary is 1010 (even).
- b. This is a multicast address because 7 in binary is 0111 (odd).
- c. This is a broadcast address because all digits are Fs in hexadecimal.

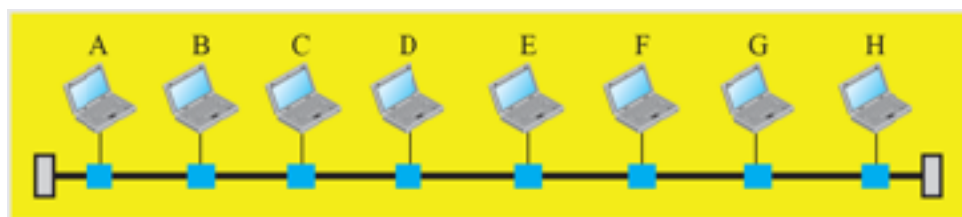
لمعرفة النوع للعنوان، نحتاج للنظر إلى الرقم الثاني من جهة اليسار، إذا كان زوجي فالعنوان إرسال، إذا كان فردي فهو متعدد الإرسال، إذا كانت الأعداد كلها هكساديسمل، العنوان بث، وهكذا..

This is a unicast address because A in binary is 1010 - إرسال - زوجي

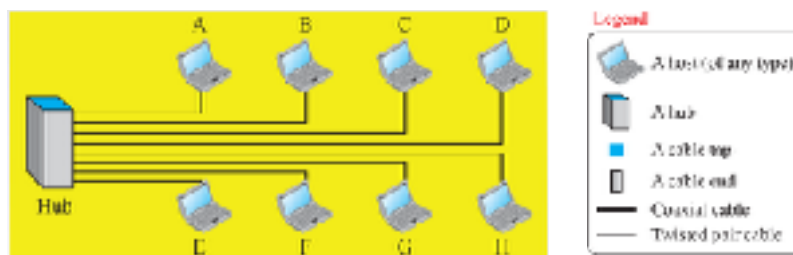
This is a multicast address because 7 in binary is 0111 - متعدد الإرسال - فردي

This is a broadcast address because all digits are Fs in كل الرقم عبارة عن حروف / هسكاديسمل..

Implementation of standard Ethernet



a. A LAN with a bus topology using a coaxial cable



b. A LAN with a star topology using a hub

طرق الوصول - Access Method

Since the network that uses the standard Ethernet protocol is a broadcast network, we need to use an access method to control access to the sharing medium. The standard Ethernet chose CSMA/CD with 1-persistent method.

بما أن الشبكة التي تستخدم بروتوكول الإيثرنت القياسي هي شبكة بث، نحتاج لاستخدام طريقة وصول للتحكم بوسيط المشاركة. الإيثرنت القياسي اختار CSMA/CD مع طريقة واحدة مستقرة.

كفاءة الإيثرنت القياسي - Efficiency of Standard Ethernet

The efficiency of the Ethernet is defined as the ratio of the time used by a station to send data to the time the medium is occupied by this station. The practical efficiency of standard Ethernet has been measured to be

الكفاءة للإيثرنت القياسي معرفة بالنسبة للوقت المستخدم بواسطة المحطة لإرسال البيانات للوقت الذي يستلم فيه الوسيط البيانات من قبل هذه المحطة.

$$\text{Efficiency} = 1 / (1 + 6.4 \times a)$$

example:

In the Standard Ethernet with the transmission rate of 10 Mbps, we assume that the length of the medium is 2500 m and the size of the frame is 512 bits. The propagation speed of a signal in a cable is normally 2×10^8 m/s.

في الإيثرنت القياسي معدل النقل 10 ميجابايت، نفترض أن طول الوسيط 2500 م، وحجم الإطار 512 بت، سرعة النشر للإشارة في الكابل بالعادة 2×10^8

$$\begin{aligned} \text{Propagation delay} &= 2500 / (2 \times 10^8) = 12.5 \mu\text{s} & \text{Transmission delay} &= 512 / (10^7) = 51.2 \mu\text{s} \\ a &= 12.5 / 51.2 = 0.24 & \text{Efficiency} &= 39\% \end{aligned}$$

The example shows that $a = 0.24$, which means only 0.24 of a frame occupies the whole medium in this case. The efficiency is 39 percent, which is considered moderate; it means that only 61 percent of the time the medium is occupied but not used by a station.

المثال يوضح أن $a = 0.24$ ، يعني أن 0.24 للإطار يحتل كل الوسيط في هذه الحالة، الكفاءة هنا هي 39٪، مما يُعتبر أنها معتدلة، وهذا يعني أن 61٪ من الوقت تم احتلاله من قبل الوسيط، لكن لم يتم استخدامه من قبل المحطة.

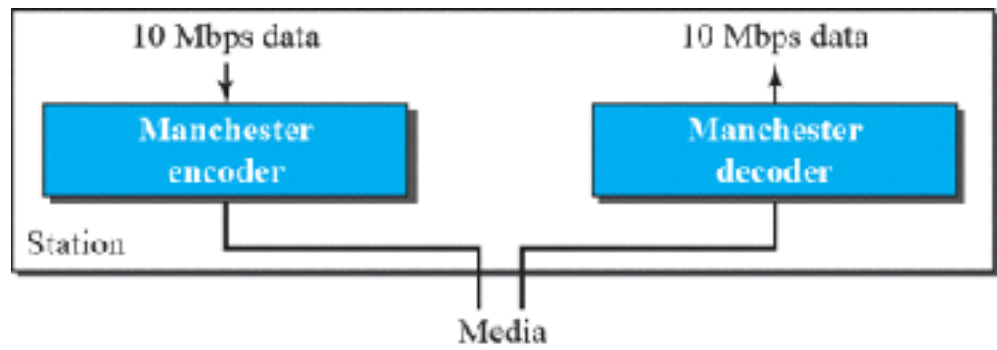
التنفيذ - Implementation

The Standard Ethernet defined several implementations, but only four of them became popular during the 1980s. Table 13.1 shows a summary of Standard Ethernet implementations.

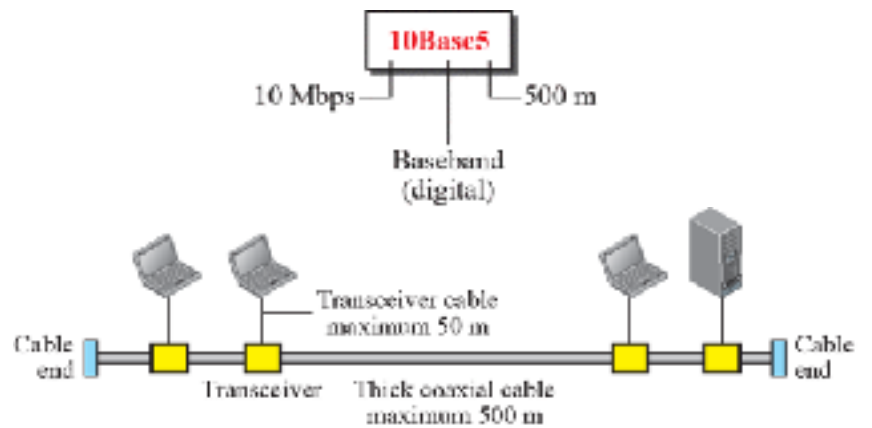
الإيثرنت القياسي معرف بتعدد التنفيذ، لكن فقط 4 أربعة من الأنواع أصبحت مشهورة خلال فترة 1980. الجدول يوضح خلاصة الإيثرنت القياسي في التنفيذ.

Implementation	Medium	Medium Length	Encoding
10Base5	Thick coax	500 m	Manchester
10Base2	Thin coax	185 m	Manchester
10Base-T	2 UTP	100 m	Manchester
10Base-F	2 Fiber	2000	Manchester

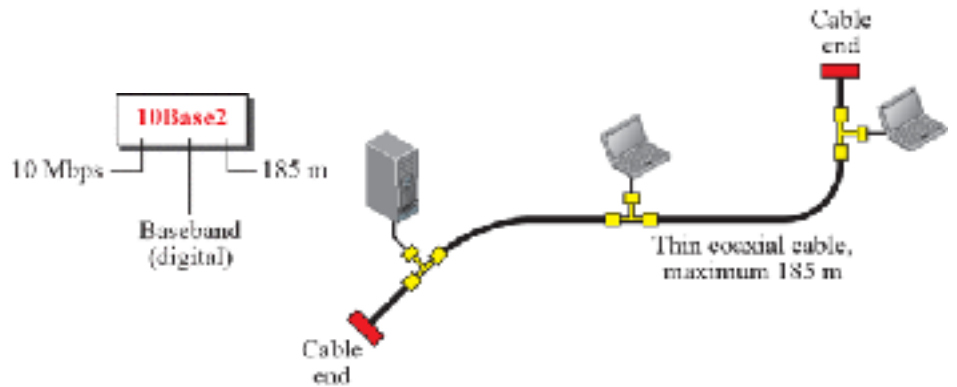
Encoding in a Standard Ethernet



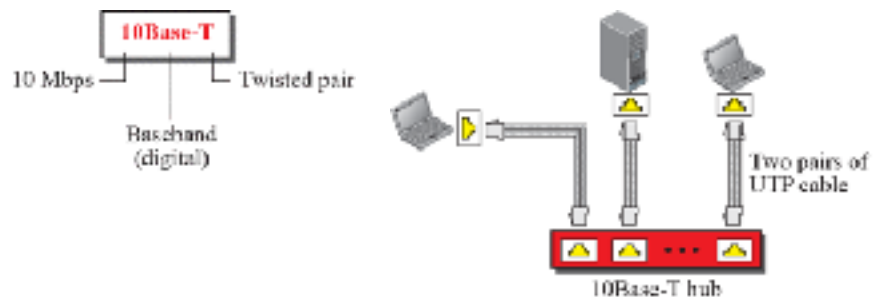
10Base5 implementation



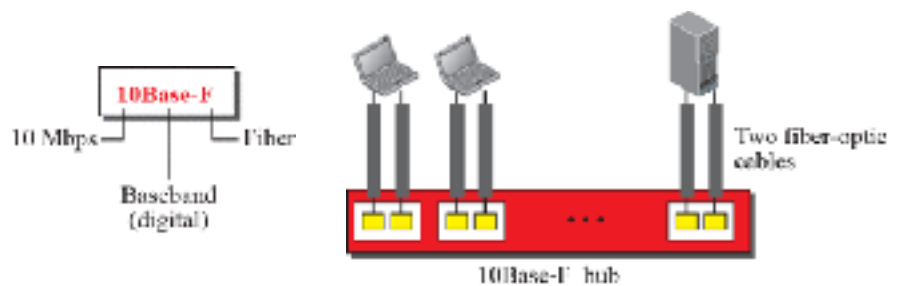
10Base2 implementation



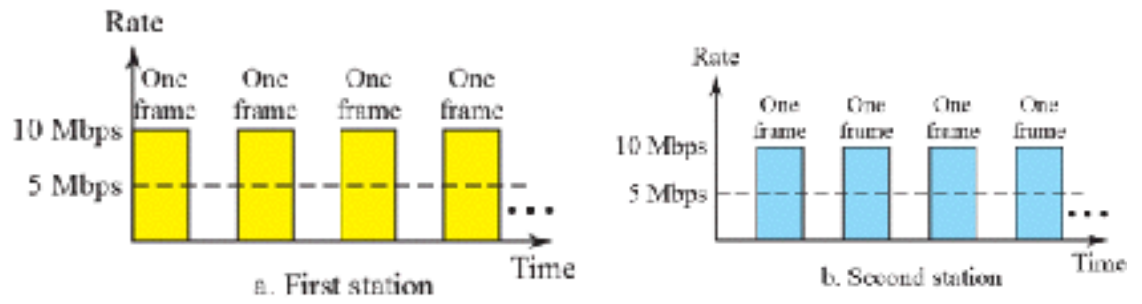
10Base-T implementation



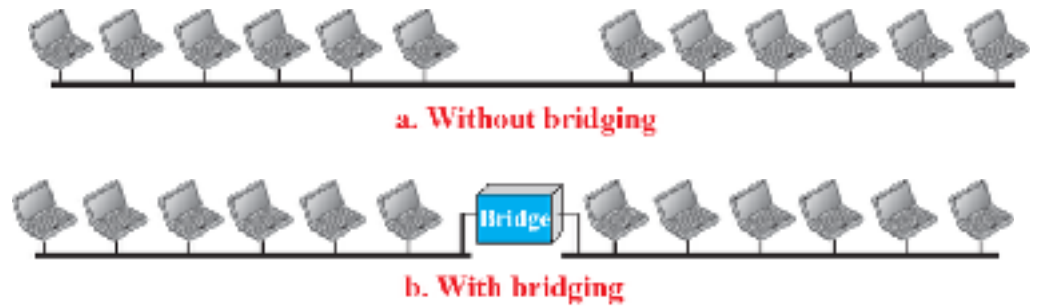
Changes in the Standard



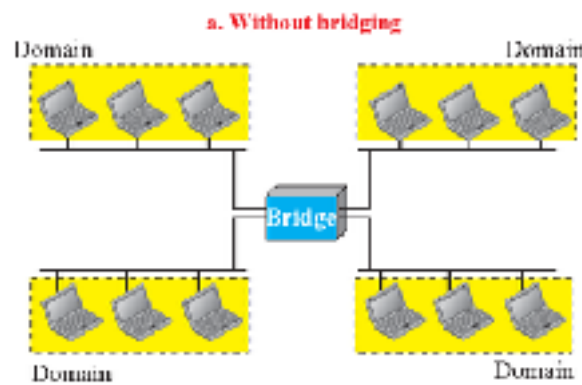
Sharing bandwidth



A network with and without bridging

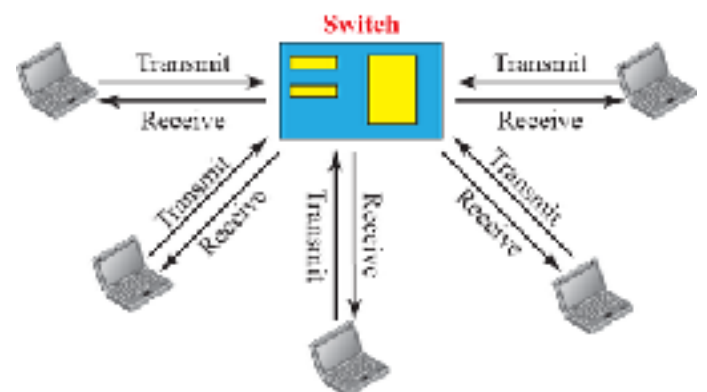
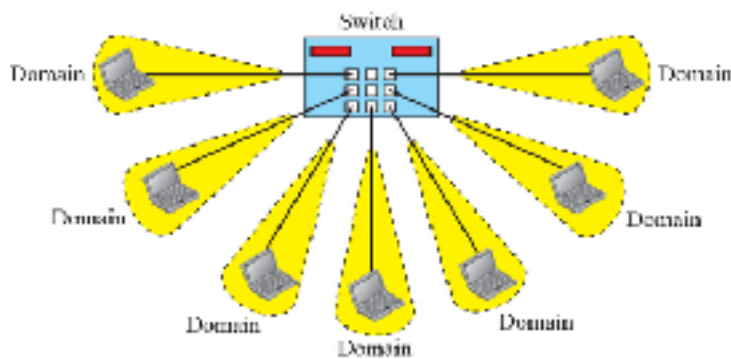


Collision domains



Switched Ethernet

full - duplex switched Ethernet



FAST ETHERNET

In the 1990s, Ethernet made a big jump by increasing the transmission rate to 100 Mbps, and the new generation was called the Fast Ethernet. The designers of the Fast Ethernet needed to make it compatible with the Standard Ethernet. The MAC sublayer was left unchanged. But the features of the Standard Ethernet that depend on the transmission rate, had to be changed.

في فترة ١٩٩٠، إيثرنت صنعت قفزة كبيرة عند توسيع معدل النقل إلى ١٠٠ ميجابايت، والجيل الجديد سُمي بالإيثرنت السريع، المصممين للإيثرنت السريع احتاجوا لجعله متوافق مع الإيثرنت القياسي، مورد MAC تركوه بغير تغيير، لكن الخصائص للإيثرنت القياسي تعتمد على معدل النقل صار لزاماً أن تتغير.

Access Method

We remember that the proper operation of the CSMA/CD depends on the transmission rate, the minimum size of the frame, and the maximum network length. If we want to keep the minimum size of the frame, the maximum length of the network should be changed. In other words, if the minimum frame size is still 512 bits, and it is transmitted 10 times faster, the collision needs to be detected 10 times sooner, which means the maximum length of the network should be 10 times shorter (the propagation speed does not change).

نتذكر أن CSMA/CD معتمد على معدل النقل، الحجم الأقل للإطار، والطول الأقصى للشبكة. إذا أردنا الإبقاء على الحجم الأقل للإطار، الطول الأقصى للشبكة يجب أن يتغير. بمعنى آخر.. الحجم الأقل ٥١٢ بت، والنقل ١٠ مرات أسرع، والتصادم سوف يُحدد بـ ١٠ مرات أسرع، مما يعني أن الطول الأقصى للشبكة يجب أن يكون ١٠ مرات أقصر. (سرعة النشر لا تتغير).

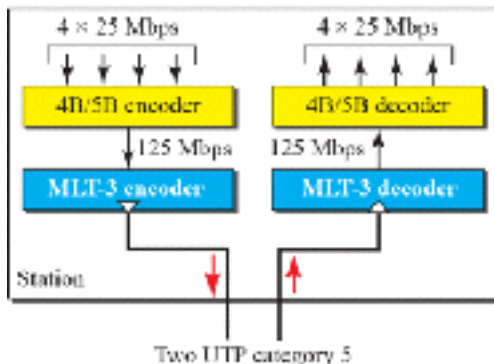
الطبقة المادية - Physical Layer

To be able to handle a 100 Mbps data rate, several changes need to be made at the physical layer.

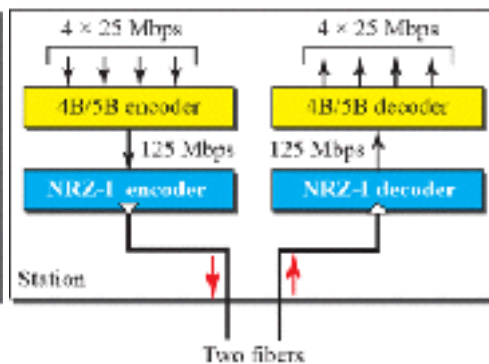
حتى تكون قادر على التعامل مع معدل بيانات ١٠٠ ميجابايت، عدة تغييرات يجب أن تحدث للطبقة المادية.

Encoding for fast Ethernet

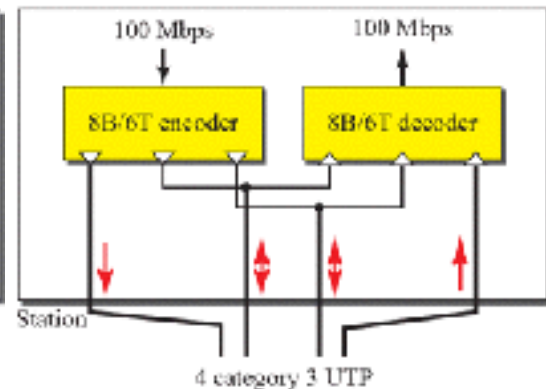
100Base-TX



100Base-FX



100Base-T4



Summary of Fast Ethernet implementations

Implementation	Medium	Medium Length	Wires	Encoding
100Base-TX	STP	100 m	2	4B5B + MLT-3
100Base-FX	Fiber	185 m	2	4B5B + NRZ-l
100Base-T4	UTP	100 m	4	Two 8B/6T

جيجا بايت إيثرنت - GIGABIT ETHERNET

The need for an even higher data rate resulted in the design of the Gigabit Ethernet Protocol (1000 Mbps). The IEEE committee calls it the Standard 802.3z. The goals of the Gigabit Ethernet were to upgrade the data rate to 1 Gbps, but keep the address length, the frame format, and the maximum and minimum frame length the same.

الحاجة لمعدل بيانات عالي إيجابي يظهر في تصميم بروتوكول الجيجا بايت إيثرنت 1000 ميجا بايت. لجنة الـ IEEE تسميه الإيثرنت القياسي 802.3z. الهدف من جيجا بايت إيثرنت كان تطوير معدل البيانات إلى 1 جيجا بايت، لكن إبقاء طول العنوان، ونوع الإطار، والطول الأقصى للإطار والطول الأدنى متساويان.

MAC مورّد - MAC Sublayer

A main consideration in the evolution of Ethernet was to keep the MAC sublayer untouched. However, to achieve a data rate of 1 Gbps, this was no longer possible. Gigabit Ethernet has two distinctive approaches for medium access: half-duplex and full-duplex. Almost all implementations of Gigabit Ethernet follow the full-duplex approach, so we mostly ignore the half-duplex mode.

الاعتبار الرئيسي في ثورة الإيثرنت كانت إبقاء مورّد MAC غير ملموس، مع ذلك.. بلوغ معدل بيانات 1 جيجا بايت لم يعد ممكناً، جيجا بايت إيثرنت يحتوي على اثنين من المقاربات المميزة للوصول الوسيط. full-duplex, half-duplex. تقريباً كل التنفيذات لجيجا بايت إيثرنت تتبع نهج الفل دو بليكس، لذلك في الغالب نتجاهل وضع النصف دو بليكس.

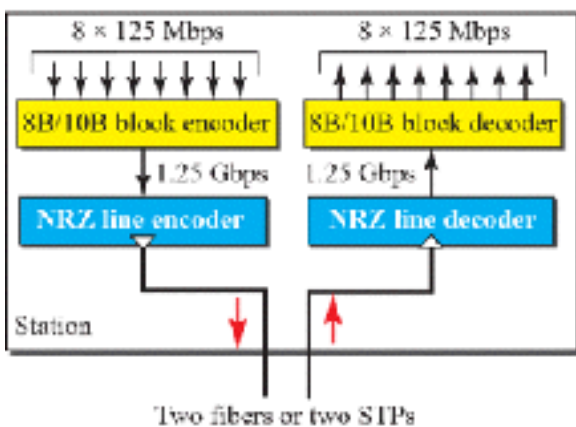
الطبقة المادية - Physical Layer

The physical layer in Gigabit Ethernet is more complicated than that in Standard or Fast Ethernet.

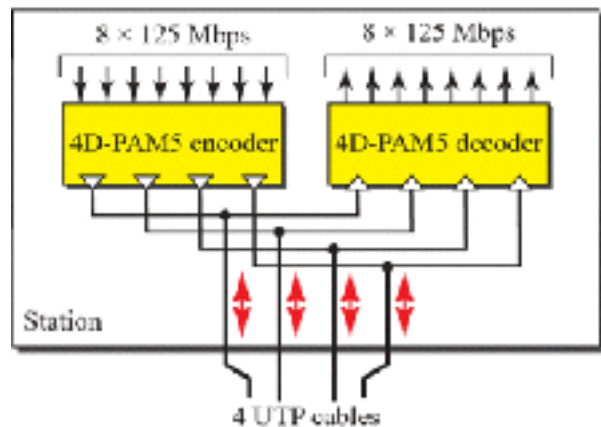
الطبقة المادية للجيجا بايت إيثرنت معقدة أكثر من الإيثرنت القياسي أو السريع.

Encoding in Gigabit Ethernet

1000Base-SX, 1000Base-LX, and 1000Base-CX



1000Base-T



Summary of Gigabit Ethernet implementations

Implementation	Medium	Medium Length	Wires	Encoding
1000Base-SX	Fiber S-W	550 m	2	8B/10B + NRZ
1000Base-LX	Fiber L-W	5000 m	2	8B/10B + NRZ
1000Base-CX	STP	25 m	2	8B/10B + NRZ
1000Base-T4	UTP	100 m	4	4D-PAM5

جيجابايت إيثرنت - GIGABIT ETHERNET

In recent years, there has been another look into the Ethernet for use in metropolitan areas. The idea is to extend the technology, the data rate, and the coverage distance so that the Ethernet can be used as LAN and MAN (metropolitan area network). The IEEE committee created 10 Gigabit Ethernet and called it Standard 802.3ae.

في السنوات السابقة، كانت هناك نظرة أخرى في الإيثرنت للاستخدام في المناطق العاصمية. الفكرة هي توسيع التقنية.. معدل النقل ومجال التغطية حتى يمكن استخدام الإيثرنت ك LAN و MAN . لجنة الـ IEEE صنعت ١٠ جيجابايت إيثرنت وأطلقت عليه القياسي 802.3ae.

التنفيذ - Implementation

10 Gigabit Ethernet operates only in full-duplex mode, which means there is no need for contention; CSMA/CD is not used in 10 Gigabit Ethernet. Four implementations are the most common: 10GBase-SR, 10GBase-LR, 10GBase-EW, and 10GBase-X4. Table 13.4 shows a summary of the 10 Gigabit Ethernet implementations.

١٠ جيجابايت إيثرنت ينفذ فقط وضع الفل دوبلكس، وهذا يعني أنه لا حاجة للاختلاف، CSMA/CD لا يستخدم في ١٠ جيجابايت إيثرنت. ٤ تنفيذات هي الأغلب استخداماً.. 10GBase-SR, 10GBase-LR, 10GBase-EW, and 10GBase-X4 .. الجدول يوضح خلاصة التنفيذ لـ ١٠ جيجابايت إيثرنت.

Summary of 10-Gigabit Ethernet implementations

Implementation	Medium	Medium Length	Number of wires	Encoding
10GBase-SR	Fiber 850 nm	300 m	2	64B66B
10GBase-LR	Fiber 1310 nm	10 Km	2	64B66B
10GBase-EW	Fiber 1350 nm	40 Km	2	SONET
10GBase-X4	Fiber 1310 nm	300 m to 10 Km	2	8B10B