الفصل الأول

بنيـــة الشبكـــــة

Network Topologies

الشبكة (Network) :

هو اتصال بين جهازي كمبيوتر أو أكثر، للمشاركة في العتاد Hardware والملفات Files

بنية الشبكة (Network Topology) :

شبكة الكمبيوتر مثل أي شبكة ولتكن شبكة الطرق والتي تتم من خلال تصميم وتنفيذ الشبكة باستخدام عناصر مادية معينة ثم يتم إدارة الشبكة من خلال مجموعة من القواعد التي تنظم النقل على الشبكة ولزوم مسارات محددة وبنية الشبكة تنقسم إلى قسمين هما :

1. **Physical Topology** : وهو مظهر تخطيط الشبكة أو التصميم الداخلي للشبكة من خلال ربط الأجهزة ببعضها بواسطة الكابلات (أي باستخدام الـ Hardware) وعندما يطلق لفظ Network Topology دون تقييد يراد به Physical Topology. وهناك بعض الأسماء المرادفة له مثل Physical Layout أو Map أو Design أو Diagram وبناءً على نوع التصميم سيتم تحديد العناصر التالية:
   - المكونات المادية للشبكة (مثل كروت الشبكة، الكابلات ... الخ).
   - طريقة عمل الشبكة.
   - قدرة الشبكة (سرعة الشبكة).
   - تطوير الشبكة (إضافة أجهزة/شبكة جديدة إلى الشبكة).
   - نطاق الشبكة.
   - فاعلية الشبكة.
   - مميزات الشبكة.
   - عيوب الشبكة.

وهناك ثلاث أنواع رئيسية لبنية الشبكة كالتالي :

1- الناقل العمومي (Linear Bus)
2- الحلقة (Token Ring)
3- النجمة (Star)

2. **Logical Topology**: وهو المسار الذي سيتم تحديده للبيانات لكي تسلكه في الشبكة يتم من خلال الـ Software وهناك نوعان هما :
   - الند للند (Peer to Peer)
   - العميل والخادم (Client Server)

وسنبدأ بشرح أنواع الـ Physical Topology

3. الناقل العمومي (Linear Bus) :

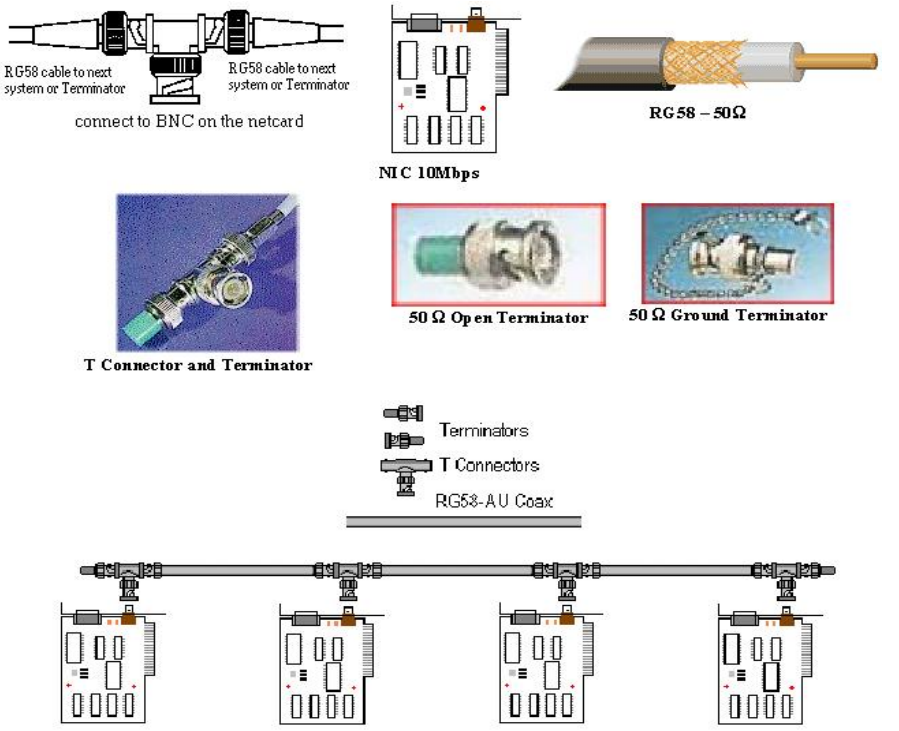
1- المكونات المادية :

1- كارت شبكة 10 Mbps بمخرج BNC لكل جهاز

2- كابل Coaxial RG-58 مقاومته 50Ω

3- T Connection لربط كل جهاز بالشبكة

4- Terminators في طرفي الشبكة (1 Grounded, 1 Open) والشكل رقم (1) يوضح هذه المكونات



عرض مفصل للمكونات في الشبكة وطريقة الربط بينها

شكل رقم (1)

طريقة عمل الشبكة :

يشار عادة إلى شبكة الناقل العمومي باسم شبكة الإثرنت (Ethernet) وفيها توصل الأجهزة إلى كبل خطي واحد يسمى أحيانًا Trunk أو Backbone أو Segment (كما في شكل 2) ويجب إنهاء طرفي الشبكة بمقاومة طرفية خاصة (Terminator) تمنع الإشارة من الانعكاس

(أو الارتداد) أو ما يسمى Signal Bounce. وشرح كيفية اتصال الأجهزة داخل الشبكة يكمن في توضيح المفاهيم التالية :

إرسال الإشارة (Signal Sending) :

يتحدد مفهوم إرسال الإشارة من خلال المفاهيم الفرعية التالية:

- يقوم الجهاز المرسل بوضع البيانات التي يريد إرسالها والتي تحتوي على عنوان المرسل إليه على الناقل العمومي للشبكة (أي يتم إرسالها إلى جميع الأجهزة)، ولكن يتم استقبالها فقط بواسطة الجهاز التي يحمل نفس عنوان المرسل إليه الموجود في البيانات (في هذه الحالة تكون المقاومة الداخلية للجهاز المستقبل 0 أو Short Circuit وبقية الأجهزة ∞ أو Open Circuit)
- معنى جهاز مرسل أنه يتحول الجهاز إلى بطارية
- معنى جهاز مستقبل انه يتحول إلى مقاومة صغيرة (تقريبًا 0) أو Short Circuit
- معنى جهاز غير مستقبل أنه يتحول إلى مقاومة عالية جدًا، أو Open Circuit
- في بداية العمل تكون جميع الأجهزة Open Circuit ثم يتحول جهاز واحد فقط إلى Short Circuit وهو الجهاز صاحب الرسالة
- لا يمكن أن يرسل أكثر من جهاز في نفس الوقت، ولكن جهاز واحد فقط والسبب في ذلك أنه طالما توجد بيانات على الناقل العمومي للشبكة لها نفس جهد البيانات الذي يريد جهاز آخر أن يرسلها فإن التيار سيكون 0 (لأن فرق الجهد بين الجهاز المرسل والناقل تصبح 0)، أي أن الإشارة لن تخرج حتى يتم استلام البيانات ويصبح جهد الناقل العمومي 0، وهذا يؤدي إلى ضعف أداء الشبكة كلما زاد عدد الأجهزة فيها.
- أي جهاز في الشبكة إما أن يكون في حالة إرسال أو استقبال

ارتداد الإشارة (Signal Bounce):

هناك احتمالان في حالة إرسال إشارة (بيانات) داخل الشبكة:

الاحتمال الأول : أن تكون رسالة صحيحة ، أي أن عنوان المرسل إليه موجود في الشبكة ، ولكن جميع الأجهزة كما قلنا تكون Open Circuit وبالتالي فإن الإشارة لن تخرج من الجهاز المرسل حتى يتم إغلاق طرفي الشبكة، لذا فهي تحتاج إلى مقاومة طرفية Terminator في طرفي الشبكة لكي تخرج الإشارة ويتم توزيعها في طرفي الشبكة.

الاحتمال الثاني : أن تكون رسالة خاطئة ، أي أن عنوان المرسل إليه غير موجود (مثال على ذلك إما أن يكون الجهاز المرسل إليه عاطل أو مغلق) وبالتالي لا يستقبلها أي من الأجهزة في الشبكة وفي هذه الحالة تكون الإشارة معلقة على الناقل لأن كل الأجهزة Open Circuit وتسمى هذه الحالة Signal Bounce أي ارتداد الإشارة لأنها تجوب الشبكة بحثًا عن مخرج (Short Circuit إلى الأرضي) ولا يستطيع أي من الأجهزة في هذه الحالة إرسال بيانات (كما بينَّا)، والحل يأتي في استخدام الـ Terminator الذي يقوم بتوصيلها إلى الأرضي.

المقاومة الطرفية (Terminator) :

تبين لنا من ظاهرة ارتداد الإشارة أننا نحتاج إلى مقاومة طرفية Terminator لإغلاق طرفي الشبكة فما هي قيمة هذه المقاومة ؟ هل هي 0، أي مجرد سلك لإغلاق طرفي الشبكة ، والإجابة لا ، لأنها لو كانت قيمتها 0 فإن الإشارة ستمر فيها دائمًا، لأنه حتى إذا كانت مقاومة الجهاز المرسل إليه صغيرة فلن تكون 0 والصحيح أنها 50 Ω لسببين :

الأول : أن مقاومتها لابد أن تكون أكبر من مقاومة الجهاز المرسل إليه

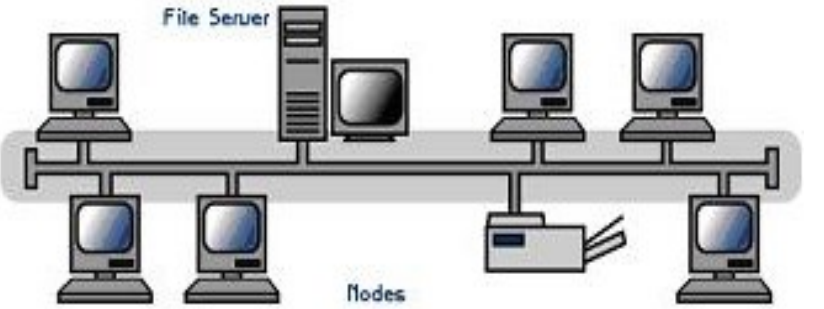
الثاني : أنها جزء من الكابل، وبالتالي فالأفضل أن تكون مقاومتها نفس مقاومة الكابل، أي 50 Ω.

مع ازدياد نقل البيانات على الناقل تزداد الشحنات الساكنة على أرضي الشبكة مما يؤدي إلى ارتفاع جهده وهذا يسبب مشاكل تتعلق بالسرعة وأمانة النقل في الشبكة لأن جهد الأرضي لابد أن يكون صفرًا ولذا لابد من جعل أحد الـ Terminators متصلاً بأرضي خارجي لتسريب تلك الشحنات إليه يسمى Ground Terminator ويكون الآخر Open Terminator وتكون الشبكة في هذه الحالة Healthy Network أو شبكة سليمة، قد تعمل الشبكة دون استخدام الـ Ground Terminator، أي أن يكون كل منهما Open ولكن قد تظهر هناك مشاكل كثيرة مع تزايد نقل البيانات داخل الشبكة

ظاهرة التصادم (Collision) :

مما سبق تبين لنا أنه لن يستطيع أكثر من جهاز الإرسال في وقت واحد، لأنه لو حدث ذلك فسوف تنشأ مشكلة التصادم Collision ولذا فإن كارت الشبكة للجهاز المرسل قبل الإرسال يتفحص حالة الناقل (هل توجد به إشارة أم لا)، فإذا وجد عليه إشارة فإنه يحجز البيانات التي يريد إرسالها حتى يتم إفراغ الإشارة التي على الناقل ويصبح جهد الناقل 0، ويتم هذا التفحص من خلال البروتوكول CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection) الذي يجب أن يتوفر بكارت الشبكة لحل مشكلة التصادم، لأنه في حالة عدم توفره سوف تنشأ هذه

المشكلة وهذا يفسر لماذا تقل سرعة الشبكة في حالة كثرة الإرسال، ذلك لأن الشبكة تهدر الكثير من الوقت في حل مشكلة التصادم باستخدام البروتوكول <CSMA/CD



شكل رقم (2)

قدرة الشبكة :

هي سرعة الشبكة وهي مرتبطة بسرعة كارت الشبكة المستخدم أي أن قدرة هذه الشبكة هي 10Mbps

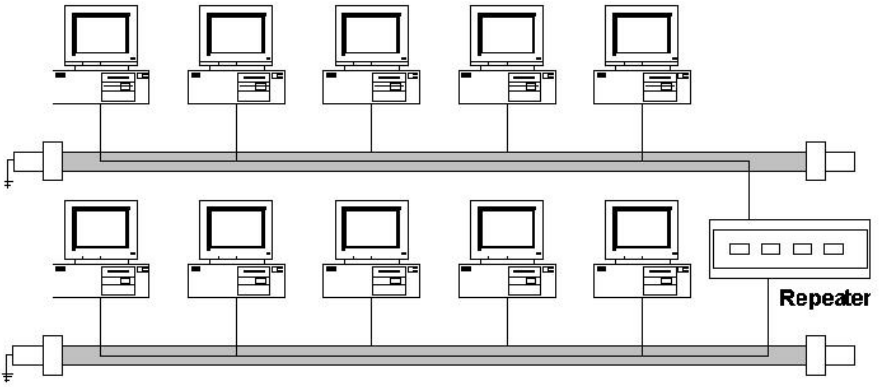
تطوير الشبكة :

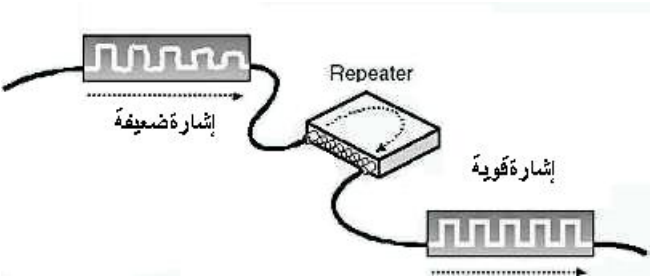
إضافة جهاز إلى الشبكة :

يتم إضافة الجهاز الجديد في أحد طرفي الشبكة ، حيث يتم إزالة الـ Terminator في هذا الطرف، ثم ربط أحد طرفي الـ T Connection الخاصة بالجهاز الجديد بالكابل العمومي للشبكة وتثبيت الـ Terminator في الطرف الآخر لـ T Connection

إضافة شبكة كاملة :

يمكن إضافة شبكة كاملة إلى الشبكة باستخدام Repeater لرفع قدرة الإشارة داخل الشبكة (كما في شكل 3)

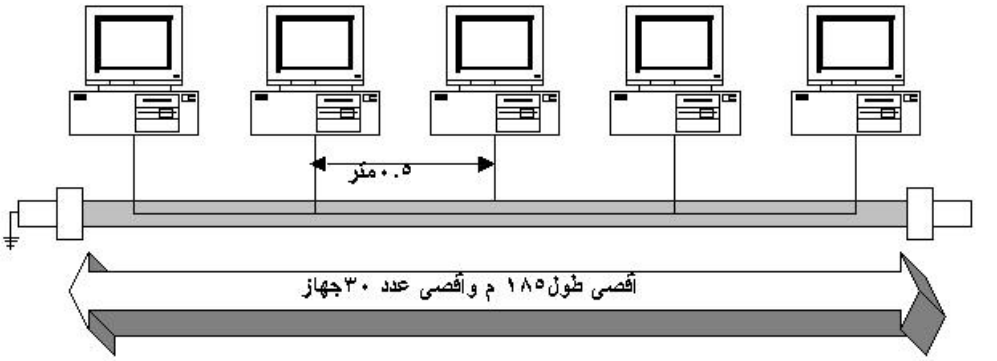




شكل رقم (3)

نطاق الشبكة :

- أقصي عدد للأجهزة 30 جهازًا / فرع من الشبكة و 1024 جهازًا / للشبكة
- أقصى طول للكابل 185 مترًا/ فرع من الشبكة و 925 مترًا/ للشبكة
- أقل مسافة بين الأجهزة 0.5 متر.
- أقصى عدد من الفروع هي 5 أفرع باستخدام 4 Repeaters (كما في شكل 4)



شكل رقم (4)

فاعلية الشبكة :

المقصود بفاعلية الشبكة هو هل الشبكة تتعطل إذا تعطل أحد أجهزة الشبكة ؟ وهناك نوعان :

شبكة فاعلة Active : وهي تعني أن الشبكة تتعطل إذا تعطل أحد أجهزة الشبكة

شبكة غير فاعلة Passive : وهي تعني أن الشبكة لا تتعطل إذا تعطل أحد أجهزة الشبكة ولذا فهذه الشبكة شبكة غير فاعلة

المميزات :

1. سهولة الربط.
2. سهولة التركيب والتشغيل.
3. قلة التكاليف، نظرًا لمحدودية الكوابل المستخدمة ورخص سعرها.

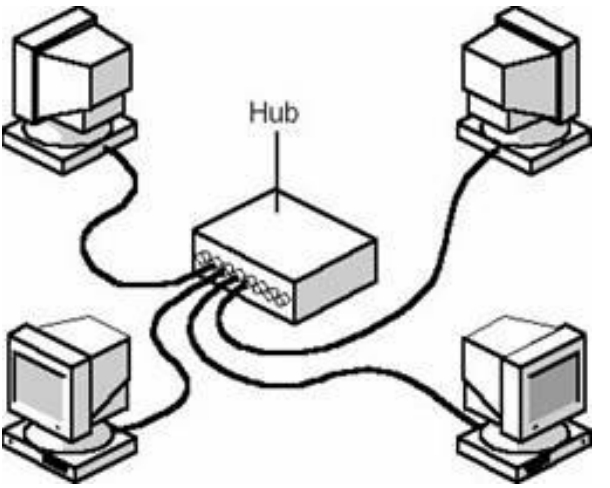
العيوب :

1. تعطل الشبكة إذا حدث أي عطل في المسار العمومي للبيانات.
2. حاجة الشبكة إلى المقاومات الطرفية في كل نهاية.
3. ضعف أداء الشبكة في حالة زيادة أعداد الأجهزة فيها.
4. صعوبة معرفة مكان العطل في حالة حدوثه.
5. صعوبة استخدامها في المؤسسات الكبيرة.
6. محدودية عدد الأجهزة في الشبكة

النجمة (Star) :

المكونات المادية :

- كارت شبكة 10 أو 100 أو 1000 أو 10/100 أو Mbps 10/100/1000 بمخرج RJ-45 (ومعنى كارت سرعته 10 أو 100 أو 1000 ، أنه يعمل بهذه السرعة فقط ، أما كارت سرعته 10/100 فيعني أن أقصى سرعة له 100Mbps، وأدنى سرعة هي 10Mbps ويتم تحديد السرعة في هذه الحالة بناءً على سرعة الطرف الآخر، فلو كانت سرعة الطرف الآخر 10Mbps يعمل الكارت بسرعة 10Mbps وهكذا).
- كابل UTP RJ-45 .
- Hub (أو Switch) لربط الأجهزة بالشبكة (كما في شكل 5).



شكل رقم (5)

شرح عمل الشبكة

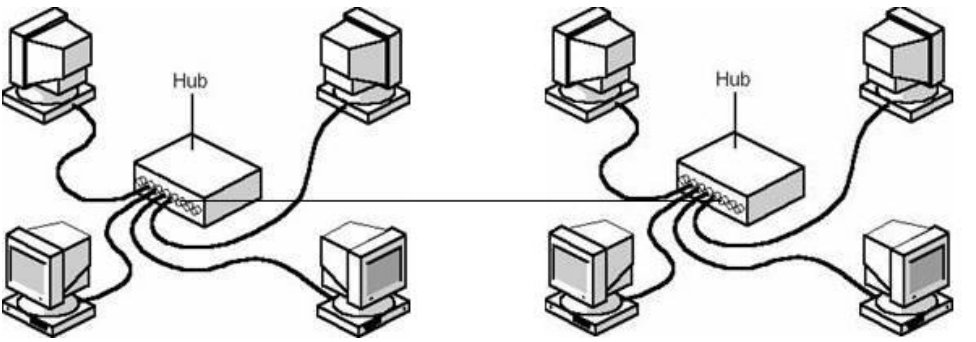
يتم توصيل جميع الأجهزة إلى نقطة توصيل مركزية تسمى المجمع (Hub أو Switch)، وفيها يتم نقل البيانات المرسلة من الكمبيوتر الأول إلى المجمع (أي يتم إرسالها إلى جميع الأجهزة في الشبكة)، ثم يعاد نقلها إلى الكمبيوتر الآخر الذي له نفس عنوان المرسل إليه الموجود في البيانات، ولهذا إذا تعطل المجمع فإن ذلك يؤدي إلى تعطل الشبكة كلها، وهنا قد تنشأ مشكلة التصادم السابق شرحها في حالة استخدام الـ Hub ، ولذا يتم حلها باستخدام الـ Switch بدلاً منه (كما سنرى عند توضيح الفرق بين الـ Hub و الـ Switch)

قدرة الشبكة :

هذه الشبكة ليس لها سرعة محددة لأنها تستخدم كروت شبكة بسرعات مختلفة ولكن السرعة تحدد بطرفي الاتصال فلو كان الاتصال بين جهازين، الأول به كارت شبكة سرعته 10Mbps والثاني به كارت شبكة سرعته 10/100 Mbps تكون سرعة الاتصال 10Mbps (السرعة الأقل) وهكذا.

تطوير الشبكة :

يمكن إضافة جهاز جديد إلى الشبكة عن طريق وصل كابل الـ UTP بين الجهاز الجديد (من خلال كارت الشبكة) و المجمع (Hub أو Switch)، كما يمكن إضافة شبكة أخرى إليها عن طريق وصل كابل الـ UTP بين المجمعين (كما في شكل 6)



شكل رقم (6)

نطاق الشبكة:

- أقصى طول للكابل بين أي جهاز والـ Hub (أو Switch) هو 100 متر.
- أقصى طول للكابل بين Hub (أو Switch) و Hub (أو Switch) هو 100 متر

فاعلية الشبكة :

هذه الشبكة غير فاعلة، لأنه لو تعطل جهاز فلا يؤثر على بقية الشبكة.

المميزات:

1. سهولة الربط والإضافة
2. وجود تحكم مركزي للشبكة

3. سهولة اكتشاف العطل وإصلاحه

العيوب :

1. تعطل الشبكة إذا حدث أي عطل في المجمع (Hub أو الـ Switch).
2. زيادة التكاليف، نظرًا لزيادة الكوابل وارتفاع أسعارها واستخدام الـ Hub أو الـ Switch

الحلقة (Ring) :

تم استحداث هذه الشبكة أساسًا لحل مشكلة التصادم من خلال إلغاء فكرة الناقل العمومي ونقل البيانات من خلال ربط الأجهزة على التوالي من خلال حلقة تسمى Ring.

المكونات المادية :

1. كارت شبكة Token Ring 4/16 Mbps بمخرج UTP (Unshielded Twisted Pair) ومخرج DB9 (كما في شكل 7)
2. Multistation Access Units (MSAU) (كما في شكل 8)
3. كابل DB9 (كما في شكل 9)

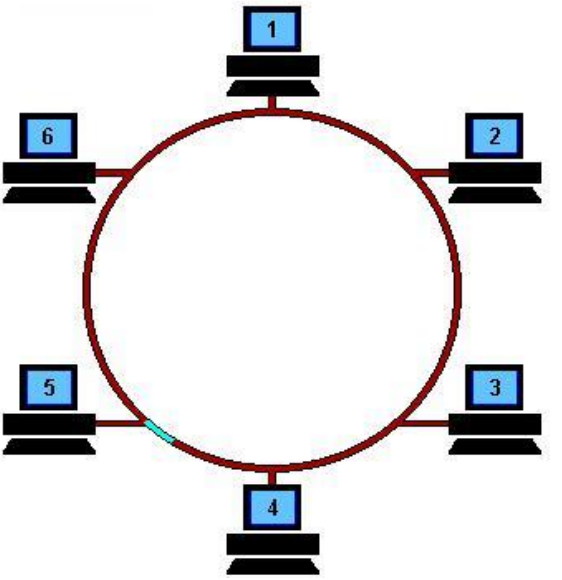
شكل رقم (7)

شكل رقم (8)

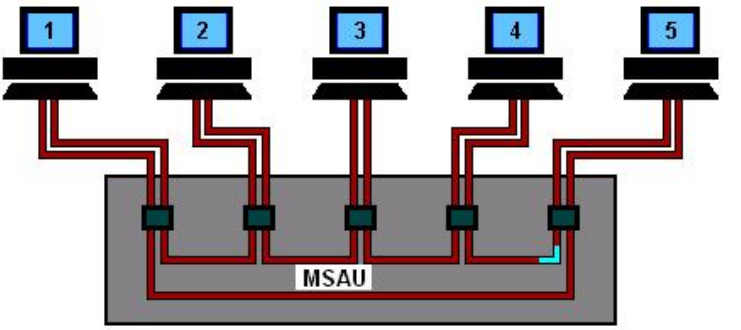
شكل رقم (9)

طريقة عمل الشبكة :

يتم توصيل جميع الأجهزة إلى نقطة توصيل مركزية تسمى MSAU يشبه الـ Hub (أي إنها من حيث التركيب الظاهري تمثل Star Topology، ولذا تسمى أحيانًا Star Ring Topology) (كما في شكل 10) أما داخل وحدة الـ MSAU يتم ربط الأجهزة على التوالي حيث يتم اتصال كل جهاز بالذي يليه من خلال ربط منافذ الـ MSAU على التوالي (كما في شكل 11)



شكل رقم (10)



شكل رقم (11)

وفيما يلي خطوات الإرسال عبر الشبكة :

1. في بداية الأمر يتم توليد إشارة تسمى Token بواسطة جهاز خاص يسمى Active Monitor، ثم يدفعها إلى الجهاز التالي في الشبكة ويقوم الجهاز المرسل بوضع البيانات

التي يريد إرسالها وعنوان المرسل إليه في الـ Token، ثم يدفعها إلى الجهاز التالي الذي يقوم بعمل تقوية لها (يقوم بعمل الـRepeater)، ثم يدفعها إلى التالي وهكذا حتى يتم وصولها إلى الجهاز الذي يحمل نفس عنوان المرسل إليه، فيقوم باستلام البيانات وإرسال رسالة تأكيد إلى المرسل تؤكد استلام الرسالة، ثم يدفعها إلى الجهاز التالي حتى تصل إلى الجهاز المرسل فيقوم باستلامها وحذف الـ Token، ثم يقوم بتوليد إشارة (Token) جديدة (في الحقيقة هو لا يقوم بتوليد الإشارة من جديد ولكن يعيد الـ Token فارغة من جديد بعد حذف رسالة تأكيد الوصول) وهكذا.

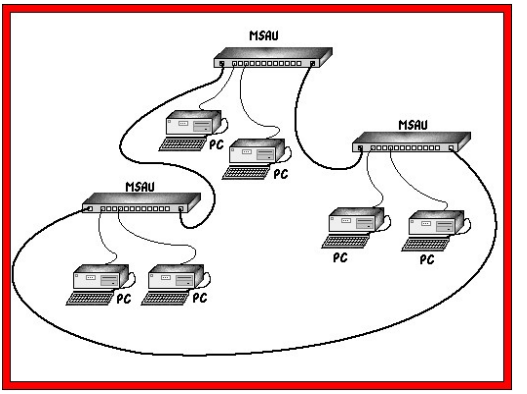
2. كل جهاز في الشبكة يستخدم كـ Repeater ولذا فإنه إذا تعطل جهاز تتعطل جميع الشبكة
3. يقوم MSAU بفصل الجهاز العاطل من الشبكة، ثم يقوم بإعادة تشكيل الحلقة مرة أخرى
4. يقوم الجهاز Active Monitor بتتبع مرور الـ Token، ولكن إذا تم تدمير الـ Token لأي سبب (مثل وجود Noise على الشبكة) فإنه ينتظر 7 ثوان، ثم يقوم بإعادة توليد الـ Token مرة أخرى
5. تتحرك إشارة الـ Token في مسار واحد ولذا يفضل استخدامها في شبكات Fiber Optic.

قدرة الشبكة :

قدرة الشبكة 4Mbps في حالة استخدام كارت شبكة 10Mbps أو 16Mbps في حالة استخدام كارت شبكة 10Mbps.

تطوير الشبكة :

يمكن إضافة جهاز جديد إلى الشبكة عن طريق وصل كابل الـ UTP بين الجهاز الجديد (من خلال كارت الشبكة) والـ MSAU، كما يمكن إضافة شبكة أخرى إليها عن طريق وصل كابل الـ UTP بين وحدتي الـ MSAU (كما في شكل 12)



شكل رقم (12)

نطاق الشبكة :

- أقصى طول للكابل بين أي جهاز والـ MSAU هو 45 مترًا
- أقصى عدد لـ MSAU هو 12
- أقصى عدد للأجهزة 260 جهازًا

فاعلية الشبكة :

هذه الشبكة فاعلة Active، لأنه في حالة تعطل جهاز تتعطل الشبكة، ولذا يقوم الـ MSAU بفصل الجهاز العاطل من الشبكة، ثم يقوم بإعادة تشكيل الحلقة مرة أخرى.

المميزات:

- عدم حدوث مشكلة التصادم.
- مشاركة متساوية لجميع الأجهزة في الشبكة.
- سهولة الربط والتركيب.

العيوب :

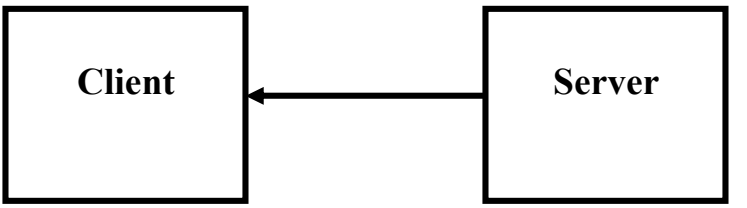
- إذا تعطل جهاز يؤدي ذلك إلى تعطل الشبكة كلها
- صعوبة معرفة مكان الخطأ لكي يتم عزله
- إضافة جهاز إلى الشبكة يؤدي إلى تعطيل الشبكة أثناء عملية الإضافة

Logical Topology :

وهو الخاص بمسار البيانات ، فمن الطبيعي أن تسلك البيانات نفس مسارات الكابلات، وفي هذه الحالة تكون أسرع في الوصول ولكنها قد تسلك مسارات أخرى لسبب معين هو الأمن Security. وفي هذه الحالة يجب مرور البيانات إلى جهاز معين يسمى Server (بقية الأجهزة تسمى Clients) للتحقق من نوعية الاتصال ثم تمرير أو عدم تمرير الاتصال بعد التحقق من صلاحيته، ويتوقف نوع الـ Logical Topology على نظام التشغيل المثبت على أجهزة الشبكة. ويوجد نوعان منها كما يلي:

النظائر (Peer-to-Peer / P2P) :

وفيها تكون مسارات البيانات خطية بين الأجهزة ، أي أن البيانات تسلك نفس مسارات الكابلات، ولذا فهي أسرع، وهذا النوع لا يحتاج تعيين جهاز Server، بل إن أي جهاز يمكن أن يكون خادمًا (Server) أو زبونًا (Client) حسب اتجاه نقل البيانات ، فالجهاز الذي يرسل البيانات يسمى Server والجهاز الذي يستلم البيانات يسمى Client، (كما في شكل 13)



شكل رقم (13)

نظام تشغيل الشبكة :

يتم تثبيت أي نظام تشغيل من شركة Microsoft (بدءًا من Windows98 إلى Windows XP)على أجهزة الشبكة وليس من الضروري أن يتم تثبيت نظام تشغيل واحد على جميع الأجهزة (وإن كان هذا أفضل)

المميزات :

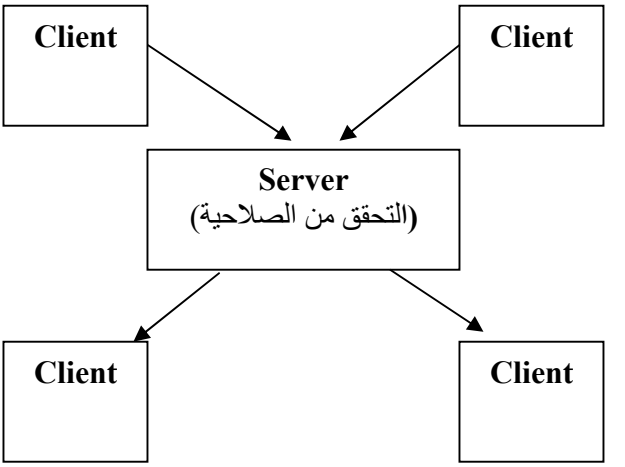
- السرعة
- توافر عدد أكبر من الموارد
- استمرار الشبكة في العمل في حالة تعطل أي من الأجهزة.

العيوب :

- ضعف الأمان في الشبكة، لأن أي جهاز يمكنه الدخول على أي جهاز آخر

الخادم / الزبون (Client/Server) :

وفيها يتم تخصيص كمبيوتر يستخدم كخادم (Server) ولا يستطيع أي من الأجهزة (Clients) الدخول على جهاز آخر إلا من خلال الكمبيوتر الخادم الذي يحدد صلاحيات الدخول (كما في شكل 14).



شكل رقم (14)

نظام تشغيل الشبكة :

يتم تثبيت نظام تشغيل Windows2000 Server أو Windows2003 Server على الجهاز الـ Server، ثم تثبيت أي نظام تشغيل من شركة Microsoft (بدءًا من Windows98 إلى Windows XP) على أجهزة الـ Clients وليس من الضروري أن يتم تثبيت نظام تشغيل واحد على جميع الأجهزة (وإن كان هذا أفضل)

المميزات :

- أمان عال نظرًا لأن أي جهاز لا يستطيع الدخول إلى جهاز آخر إلا عن طريق الـ Server.

العيوب:

- توقف الشبكة عن العمل في حالة تعطل الكمبيوتر الخادم عن العمل
- سرعة أقل من شبكة الـ P2P

الاعتبارات التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند تحديد البنية المناسبة للشبكة :

- طبيعة العمل الذي ستستخدم فيه الشبكة
- التكلفة: وتشمل (الأجهزة / الكابلات / نوع الكابلات)
- إمكانية التطوير (أي إضافة أجهزة جديدة بسهولة بدون خلل في الشبكة)