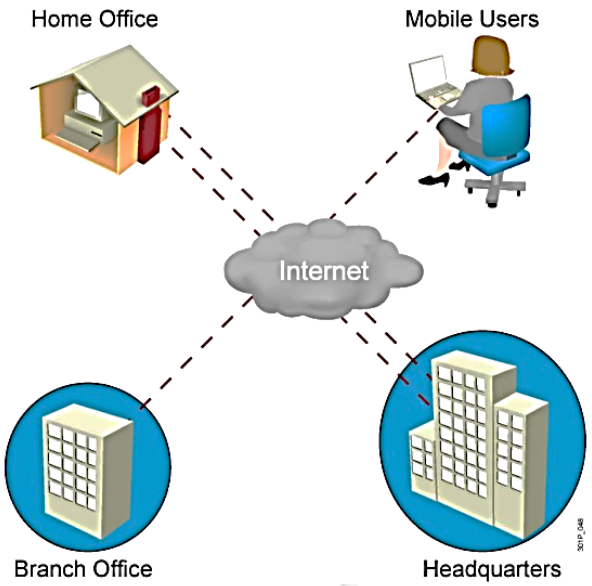
جامعة حمص
الكلية التطبيقية /2026
قسم تقنيات الحاسوب / نظم التشغيل الشبكية -2-
المحاضرة الأولى/ مفهوم الشبكات الحاسوبية
د. علي الحاتم

ما هي الشبكات ؟

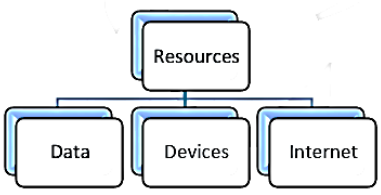


في عالمنا اليوم، ومع وجود شبكة الإنترنت، أصبح ربط الأجهزة الحاسوبية وغيرها من الأجهزة هو القاعدة لا الاستثناء وبات من الصعب أن نتصور جهازاً غير متصل. وقد ارتبط مصطلح الشبكات بكم هائل من المفاهيم وغزارة كبيرة في المعلومات بسبب العدد الهائل من التقانات التي جرى تطويرها في السنوات الأخيرة كجزء من مسيرة تطور الشبكات الحاسوبية بشكل عام، وشبكة الإنترنت بشكل خاص. ولكن مفهوم الشبكة بحد ذاته هو مفهوم بسيط وغير معقد:

تعريف الشبكة: هي وصل جهازي حاسب أو اكثر معاً بطريقة سلكية أو لاسلكية بغرض مشاركة المصادر وتبادل المعلومات وبالتالي تحقيق فوائد يصعب الحصول عليها من خلال جهاز حاسب واحد بمفرده ، كما يؤدي إلى زيادة فعالية استخدام أجهزة الحاسب وسهولة الاتصال بينها.

الهدف الرئيسي من بناء الشبكة هي مشاركة المصادر (Sharing of Resources) هذه المصادر يمكن أن تكون:

1. يانات (Data) : ملفات ,وثائق , مجلدات.....
2. أجهزة (Device) : طابعة ,ماسح ضوئي ..
3. الإنترنت(Internet).



يتم تبادل البيانات بين التطبيقات التي تعمل على الأجهزة والتشارك في الموارد التي تتيحها تلك الأجهزة (تخزين، طابعات، ... ألخ).

يرتبط بذلك العديد من الوظائف التي تهدف إلى جعل الربط مفيداً وفعالاً وغير ضار، كوظائف التوافقية التي تسمح بربط حواسيب من أنظمة تشغيل وعتاديات مختلفة مع بعضها البعض. مثال: بفضل وظائف التوافقية فإن تطبيق يعمل على

هاتف خلوي يستخدم نظام تشغيل أندرويد يتبادل رسائل سمعية بصرية مع تطبيق يعمل على حاسوب شخصي يستخدم نظام التشغيل ويندوز.

يطرح هذا المثال سؤالاً مباشراً حول مفهوم الأجهزة، إذ اقتصر تعريف الشبكات في البداية على الأجهزة الحاسوبية، ولكننا تعمدنا في التعريف عدم الإصرار على استخدام كلمة "حواسيب" أو "أجهزة حاسوبية" واستعضنا عنها بكلمة عامة جداً وهي "أجهزة"، وفي المثال أعطينا مثالاً عن هاتف خلوي. وفي الحقيقة فإن الحاجة إلى الربط تجاوزت بكثير الأجهزة الحاسوبية التقليدية لتصل إلى أجهزة الهاتف الخلوي (وخاصة الهواتف الذكية Smart phones)، وآلات البيع بأشكالها المختلفة، والصرافات الآلية، والمركبات، وكاميرات المراقبة، لا بل تعدت الإطار الاحترافي التقليدي لتصل إلى الأجهزة المنزلية وكل ما يمكن أن نتصور أنه يحتاج إلى نقل للبيانات سواء كانت صادرة عن الجهاز أو واردة إليه. وهنالك العديد من الجهود الدولية لإنتاج مقاييس ومعايير تسهل هذا الربط ضمن ما يعرف باسم إنترنت الأشياء Internet of Things.

يعتبر الربط الشبكي للحواسيب الشخصية شكلاً من أشكال العودة إلى النموذج القديم للحوسبة الذي كان مبنياً على الحواسيب الضخمة والتي كان يتصل بها المستخدمون عن طريق الطرفيات Terminals. كانت تلك المنظومات الحاسوبية تتيح تبادل البيانات بين المستخدمين بسهولة لأنهم كانو يعملون على نفس الجهاز الحاسوبي ويتشاركون في موارده.

ترافق ظهور الحواسيب الشخصية وانتشارها في مطلع التسعينيات من القرن الماضي بالتحول نحو شكل أكثر انعزالاً للحوسبة، إذا كانت تلك الحواسيب أشبه بالجزر المعزولة، وقد كان المحفز الأساسي في انتشار الشبكات هو الحاجة إلى تقاسم الموارد المكتبية كالطابعات ومخدمات تخزين الملفات. وتزايدت الحاجة إلى الوصل الشبكي لتلك الأجهزة الحاسوبية بسرعة، وخاصة مع ظهور شبكة الإنترنت وما رافقها من تدفق هائل للمعلومات والرغبة في بناء تطبيقات بإمكانها الوصول إلى المعلومات أينما كانت.

في نهاية التسعينات كانت الشبكات قد أصبحت أحد أهم أركان الحوسبة، ولم يقتصر ذلك على قطاع الأعمال فقط، وإنما تعداه نحو الشبكات المنزلية، فقد أصبح وجود العديد من الأجهزة الحاسوبية في المنزل الواحد أمراً مألوفاً، مما اقتضى العمل على تطوير حلول تسمح بوصل تلك الحواسيب بسهولة وبساطة. ولعل الوصل الشبكي للحواسيب هو الطريقة للحصول على أفضل ما لدى النموذجين السابقين للحوسبة:

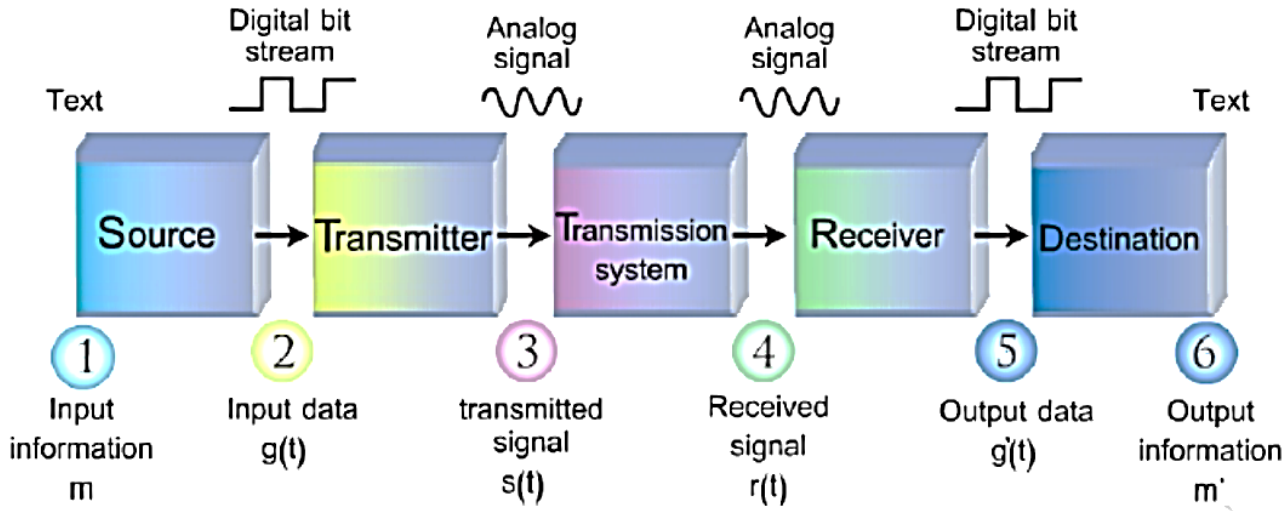
- الاستقلالية التي تقدمها الحواسيب الشخصية باعتبار أن المستخدم ينفرد باستخدام موارد الحاسوب وبالتالي يحصل على أداء أفضل وأمان أكبر.
- وسهولة تبادل البيانات التي كانت تتيحها الحواسيب الضخمة.

وفي الحقيقة أنه من الصعب اليوم تصور وجود مكان ما فيه حواسيب غير متصلة بشبكة ما لم يكن ذلك الأمر مقصوداً (غالباً لأسباب تتعلق بأمن وسرية المعلومات الموجودة على الحاسوب).

المنظور العام للشبكات:

إن الحاجة الأساسية التي تهدف الشبكات إلى تلبيتها هي نقل البيانات بين الأجهزة. وفي الحقيقة إن نقل البيانات هو فعلياً ليس بين الأجهزة، وإنما بين التطبيقات (وإذا أردنا أن نكون أكثر دقة فهو بين الإجرائيات Processes).

الحالة الأبسط لنقل البيانات بين جهازين حاسوبيين معروضة في الشكل التالي:



يريد مستخدم يعمل على الجهاز الأول إرسال جملة نصية بسيطة إلى مستخدم يعمل على الجهاز الثاني:

يطلب المستخدم التطبيق المطلوب (مثلاً تطبيق بريد إلكتروني) ويكتب الرسالة، ثم يطلب إرسالها من التطبيق. هنا تكون الجملة المكتوبة مخزنة في ذاكرة الحاسوب على شكل سلسلة من البتات.

يتصل الحاسوب بإحدى وسائط النقل (شبكة محلية أو خط هاتفي ...) عن طريق تجهيزة للدخل والخرج تأخذ دور المرسل transmitter (بطاقة شبكة أو مودم هاتفي) وتنقل البيانات من ذاكرة الحاسوب إلى المرسل على شكل إشارة كهربائية رقمية g(t) تأخذ مجموعة من القيم المتتالية عبر الزمن وهي تمثل قيم البتات ضمن السلسلة (إما 0 أو 1). ثم يقوم المرسل بتحويل هذه الإشارة الرقمية g(t) إلى الإشارة المناسبة للوسط الناقل المتصل به مباشرة s(t).

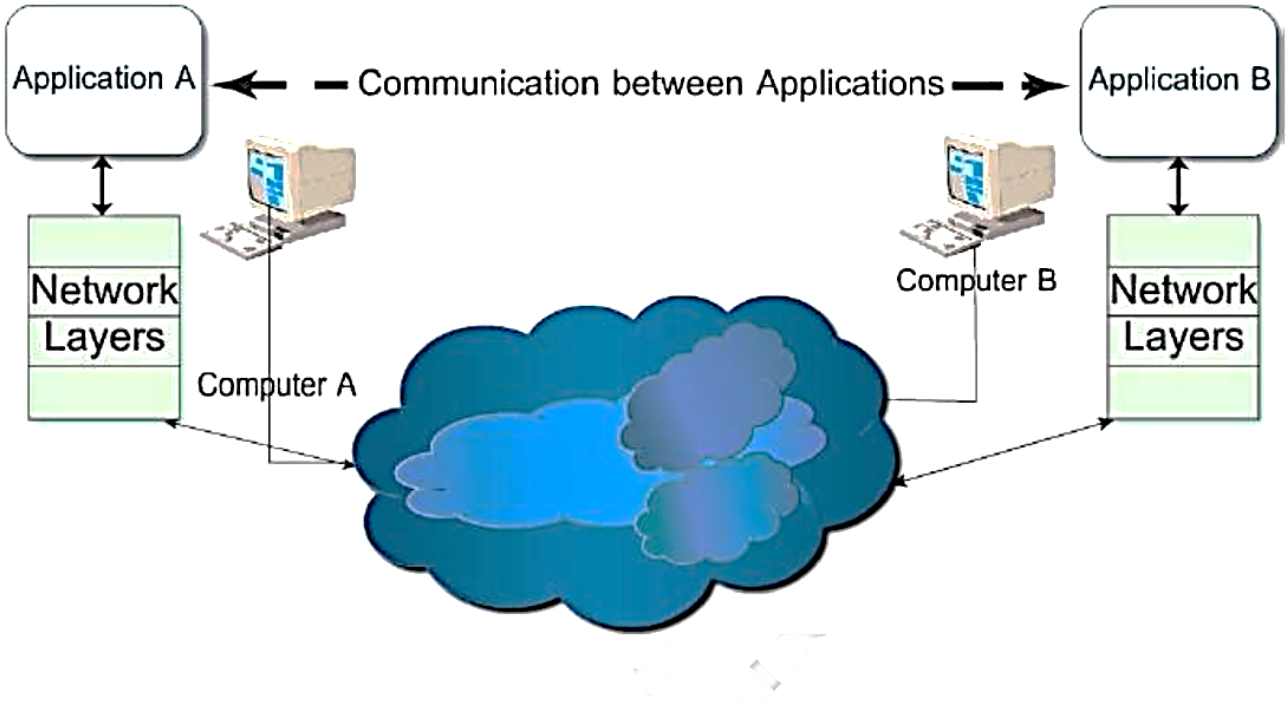
يمكن أن تتعرض الإشارة s المرسلة على الوسط الناقل إلى العديد من التغيرات قبل أن تصل إلى المستقبل. وبالتالي ممكن أن تختلف الإشارة المستقبلة r(t) عن الإشارة المرسلة s(t) وسيحاول المستقبل أن يعرف قيمة الإشارة الأصلية معتمداً على الإشارة المستقبلة ومعرفته بخصائص الوسط الناقل. ويعيد تحويل الإشارة التي توصل إليها إلى الشكل الرقمي لتصبح g'(t) ويحاول المستقبل أن يفحص البيانات الواردة بحثاً عن أخطاء، وفي حال اكتشافه لخطأ ما، من الممكن أن يتعاون مع المرسل بطريقة ما لتكون g'(t) صحيحة لا أخطاء فيها.

عند طرف المستخدم، يرسل المستقبل البيانات إلى المستخدم عن طريق تجهيزة خرج (طابعة، أو عرض على الشاشة)، لتصله الرسالة 'm ويجب أن تكون الرسالة التي يستعرضها المستخدم المستقبل مطابقة تماماً للرسالة المرسلة حتى تكون عملية الإرسال صحيحة.

تنقل البيانات في الحالة الأبسط عن طريق وسط ناقل من نوع نقطة-لنقطة (point-to-point) أي كبل يتصل طرفه الأول بالمرسل والطرف الثاني بالمستقبل. ولكن هذه الحالة غير قابلة للتطبيق في أغلب الأحيان وذلك للأسباب التالية:

1) المسافة البعيدة، وبالتالي الحاجة إلى وسط ناقل بمواصفات خاصة هي على الأغلب مكلفة جداً. إذ من غير الوارد أن نقوم بمد كبل ضوئي لتبادل رسائل البريد الإلكتروني بين جهازين حاسوبيين تفصلهما عدة كيلومترات.
2) الحاجة إلى تحقيق التواصل بين عدة أجهزة وليس بين جهازين فقط، وهي الحالة الشائعة. إذ يصبح من غير العملي أن يكون هناك وصل مباشر بين كل جهازين بحاجة لتبادل البيانات بين بعضهما البعض. ولهذا الغرض ظهرت "الشبكات" بمفهومها العام كبديل عن الوصل المباشر.

بإمكاننا الآن أن نلخص الإطار العام لعمل الشبكات كما يعرضه الشكل التالي:



هنالك تطبيق Application (A) يعمل على الجهاز PC (A) ويحتاج إلى تبادل البيانات مع تطبيق آخر Application(B) يعمل على جهاز PC (B) .

تخضع البيانات التي تنتقل من Application (A) إلى Application (B) إلى العديد من المعالجات التي تقوم بها التجهيزات والبرمجيات المسؤولة عن خدمات الشبكات. ويمكن لهذه التجهيزات والبرمجيات أن تكون مستقلة عن الأجهزة الحاسوبية (مثال: أجهزة التوجيه ضمن الشبكة) أو مرتبطة بها (مثال: الأجزاء المسؤولة عن خدمات الشبكات في نظام التشغيل).

نظراً للكم الكبير من المعالجات التي تحتاج إليها البيانات، وضرورة تنظيم تلك المعالجات بهدف رفع كفاءتها، فمن المناسب تقسيمها إلى أجزاء مختلفة مستقلة، كل منها مكلف بالقيام بأعمال محددة، وهي آلية متعارف عليها في تصميم المنظومات المعلوماتية.

يتم تقسيم العمل إلى مراحل، حيث تنظم عمليات المعالجة التي تخضع لها البيانات ضمن مراحل مختلفة، تقوم كل مرحلة باستلام البيانات من المرحلة السابقة لها ومن ثم تطبيق المعالجة المسؤولة عنها وترحيلها إلى المرحلة التالية. وتعرف مراحل المعالجة باسم طبقات الشبكات Network Layers.

تتخاطب طبقات الشبكات بين بعضها البعض وفق ترتيب صارم، إذ لا تتخاطب الطبقة إلا مع الطبقات الملاصقة لها (الأعلى والأدنى)، ولهذا سميت بالطبقات.

إن هذا الفصل الوظيفي بين الطبقات مفيد جداً لأنه يسمح للمصنعين والمصممين بالتركيز على الطبقات التي تقدمها تجهيزاتهم، ورفع كفاءتها دون الحاجة إلى فهم مفصل لما يحصل في الطبقات الأخرى.

المواصفات القياسية للشبكات:

نظراً لوجود العديد من الوسائل الممكنة لتنفيذ طبقات الشبكات، فقد ظهرت تاريخياً العديد من النماذج المختلفة لطبقات الشبكات. وكانت الشبكات في البداية تعمل في نطاق ضيق جداً، إذ كانت الأجهزة الحاسوبية قادرة على التواصل فقط مع الأجهزة القادمة من نفس الجهة الصانعة. وكان هذا يفرض على الزبائن نوعاً من أنواع الاحتكار ويحد من خياراتهم وقدرتهم على تطوير منظوماتهم. إذ كانو دوماً مضطرين للاعتماد على ما يقدمه المصنعون من وظائف وخدمات، وكان الانتقال من مصنع إلى آخر مكلفاً جداً ومحفوفاً بمخاطر التوافقية إلى حد كبير.

ولذلك كان من الضروري ظهور مواصفات قياسية standards تسمح للشركات والمطورين والمستخدمين بالعمل في بيئة متوافقة بحيث تتمكن التجهيزات التي ينتجها مصنع ما من التخاطب بدون مشكلات مع التجهيزات التي ينتجها مصنع آخر، وأهم هذه المواصفات القياسية:

1) **نموذج OSI:** قامت المنظمة الدولية للمواصفات القياسية ISO في نهاية السبعينيات بإصدار المواصفة القياسية التي عرفت لاحقاً بنموذج OSI (ربط المنظومات المفتوحة) والذي أصدرته المنظمة الدولية للمواصفات القياسية ISO في عام 1984 وهو النموذج المعتمد على إطار واسع في دراسة وتصميم الشبكات والأجهزة الشبكية.
2) **نموذج شبكة الإنترنت:** وهو النموذج المبني على المواصفات القياسية التي طورتها مجموعة العمل IETF والتي تحولت إلى معيار دولي بحكم الأمر الواقع نظراً للانتشار الكبير لشبكة الإنترنت.
3) **نموذج سيسكو:** وهو نموذج خاص بشركة سيسكو التي ظلت لفترة طويلة تسيطر على السوق العالمية لتجهيزات الشبكات، وهو نموذج حاصل على شعبية كبيرة بسبب ترويج الشركة له عن طريق منظومة التدريب والتأهيل والاعتمادية التابعة لها.

مشكلات نقل البيانات:

تتعرض البيانات (أو الإشارات) أثناء نقلها إلى ثلاث مشكلات رئيسية:

1) **التخامد attenuation :** وهو ناتج عن فقدان الإشارة لجزء من الطاقة المرتبطة بها نتيجة تعرضها لمقاومة الوسط الناقل أثناء العبور، وتتعرض الإشارات ذات الترددات الأعلى لتخامد أكبر. ويتم حل هذه المشكلة عادة عن طريق استخدام مضخمات amplifiers بعد مسافة معينة.
2) **التشوه distortion :** ينتج التشوه عن تغير الإشارات الجيبية بين الإرسال والاستقبال. إذ تنتقل هذه الإشارات بسرعة مختلفة عبر الوسط الناقل، وبالتالي لا تصل بنفس الوقت إلى الوجهة، وينتج عن ذلك فرق في الصفحة بين الإشارات لدى الوصول. وبالتالي ستختلف الإشارة التي يعاد تركيبها عن الإشارة الأصلية المرسلة.
3) **الضجيج noise :** وهو من أهم المشكلات التي تعاني منها الإشارات أثناء الإرسال. وله مصادر متعددة منها الضجيج الكهرطيسي الناتج عن وجود تيار كهربائي قريب. ومنه الضجيج الناتج عن التجهيزات الكهربائية المختلفة التي يمكن أن تتحول إلى هوائيات تبث إشارات (مثال: أفران المايكرويف يمكن أن تبث إشارات تتعارض مع عمل الشبكات اللاسلكية) ومنه الضجيج الناتج عن تشويش الأسلاك على بعضها البعض crosstalk إذ يمكن أن يقوم السلك بدور الهوائي ويرسل إشارة تشكل ضجيجاً على الأسلاك المجاورة.

مكونات الشبكة Network Hardware :

يوجد العديد من مكونات الشبكة المهمة منها بطاقة واجهة الشبكة (NIC)، والمحول Switch، والكبل Cable، والمحور أو المركز الرئيسي Hub، والموجّه Router، والمودم Modem.

وتبعاً لنوع الشبكة التي نريد تثبيتها، يمكن أحياناً إزالة بعض مكونات الشبكة، فعلى سبيل المثال لا تتطلب الشبكة اللاسلكية كبلًا.

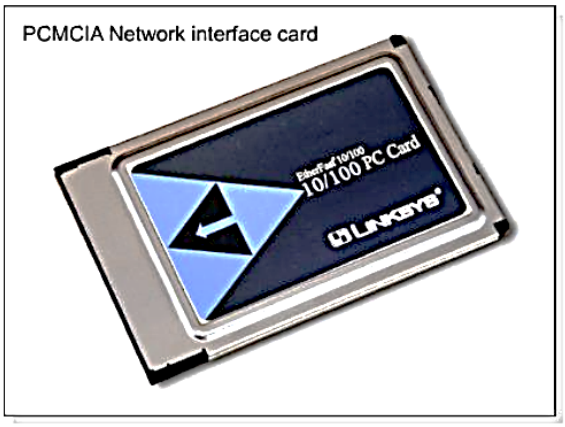
يشار إلى المعدات التي تتصل مباشرة بالشبكة على أنها جهاز. ويتم تقسيم هذه الأجهزة إلى تصنيفين:

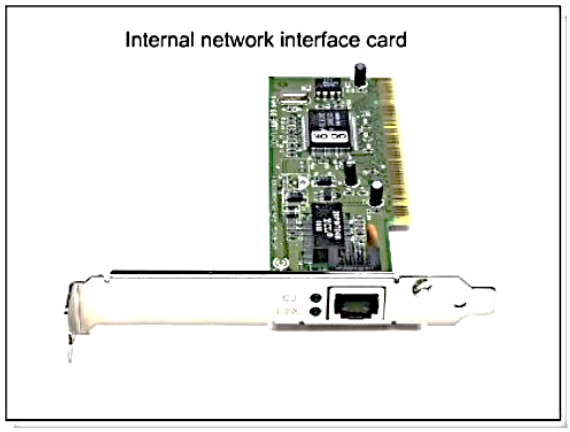
1) **أجهزة المستخدم النهائي:** وتشمل أجهزة الكمبيوتر والطابعات والماسحات الضوئية والأجهزة الأخرى التي تقدم خدمات للمستخدم مباشرة:
   a. أجهزة الكمبيوتر بأشكالها المختلفة (work stations, laptops, file servers, web servers).
   b. الطابعات الشبكية Network printers.
   c. هواتف VoIP (VoIP phones).
   d. كاميرات المراقبة الشبكية Security cameras.
   e. الأجهزة المحمولة Mobile handheld devices مثل (smartphones, tablets, PDAs, wireless credit card readers and barcode scanners).
2) **أجهزة الشبكة:** وتشمل جميع الأجهزة التي تربط أجهزة المستخدم النهائي معاً للسماح لهم بالاتصال:
   a. أجهزة الوصول إلى الشبكة Network Access Devices (switches, wireless access points).
   b. أجهزة تشغيل الإنترنت Internetworking Devices (أجهزة التوجيه routers).
   c. أجهزة الحماية (جدران الحماية firewalls).

بطاقة واجهة الشبكة NIC (Network Interface Controller):

أحد مكونات الأجهزة المستخدمة لتوصيل جهاز كمبيوتر بجهاز كمبيوتر آخر على الشبكة، ويمثّل واجهة الشبكة، ويمكن أن يدعم معدل نقل من 10 أو 100 إلى 1000 ميغابايت/ثانية، يُطلق عليه أيضًا محول LAN Adapter وهناك نوعان من NIC:

1) **NIC سلكي:** موجودٌ داخل اللوحة الأم، يتم استخدامه لنقل البيانات.
2) **NIC لاسلكي:** يحتوي على الهوائي للحصول على الاتصال عبر الشبكة اللاسلكية.



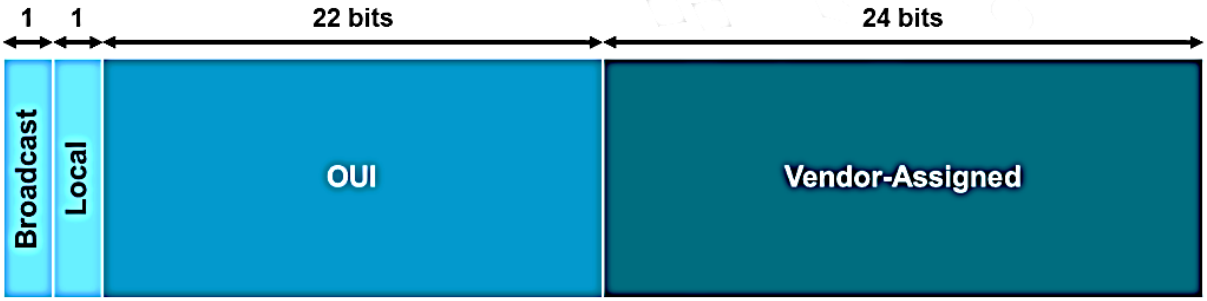


عنوان MAC Address

عنوان MAC يبلغ طوله 48 بت ويتم التعبير عنه في صورة اثني عشر رقمًا سداسيًا عشريًا. يشار إلى عناوين MAC أحيانًا باسم العناوين المنسوخة (BIA) لأنها تُحرق في ذاكرة القراءة فقط (ROM) ويتم نسخها في ذاكرة الوصول العشوائي (RAM) عند تهيئة NIC.

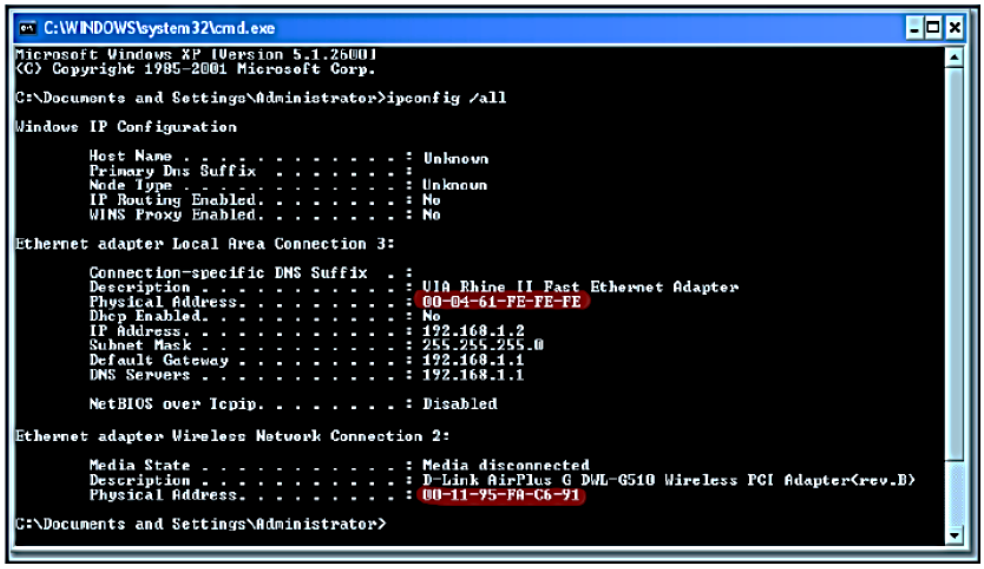
مكونات عنوان MAC:

- بت النشر 1 (1-bit broadcast): يحدد عنوان البث ل MAC
- 1 بت محلي (1-bit local): يحدد عنوان MAC المحلي
- 22 بت OUI (22-bit OUI): تحددها الشركة المصنعة لبطاقة NIC
- عنوان محطة نهاية 24 بت (24-bit vendor): مخصص من البائع: يعرّف بشكل فريد أجهزة Ethernet

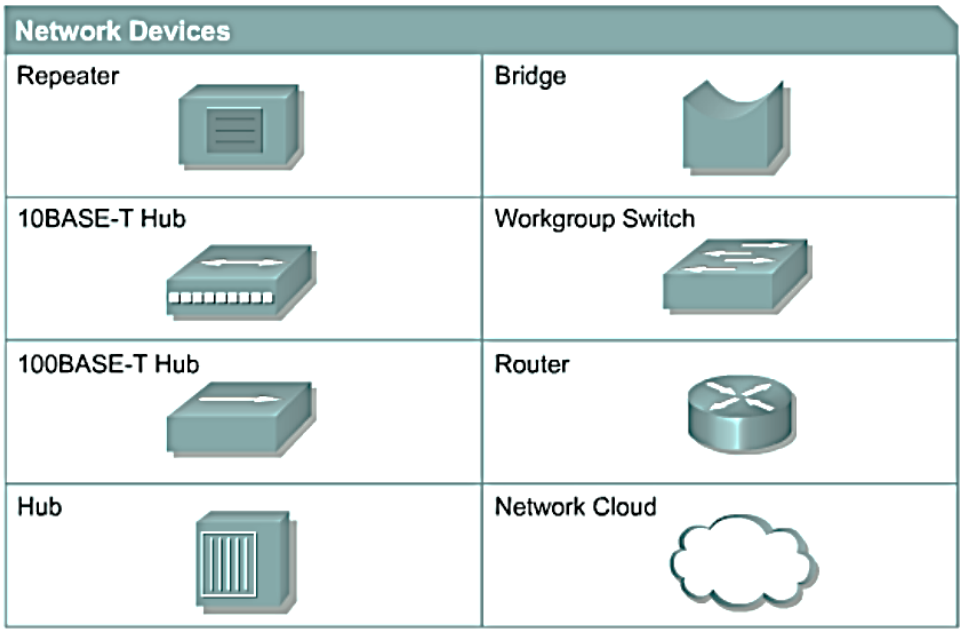


يتم التعبير عن عنوان MAC في شكل ست مجموعات من رقمين سداسي عشريين ، مفصولة بواصلات (-) أو نقطتين (:) ، بترتيب الإرسال.

لرؤية عنوان الشبكة الفيزيائي الخاص بالجهاز هناك عدة طرق، أسهلها هو فتح نافذة الأوامر النصية cmd وكتابة الأمر التالي: ipconfig /all فيعرض جميع بطاقات الشبكة الموجودة على الجهاز مع كافة المعلومات الخاصة بكل بطاقة ومنها العنوان الفيزيائي للبطاقة. الشكل التالي يوضح استخدام هذه التعليمة:

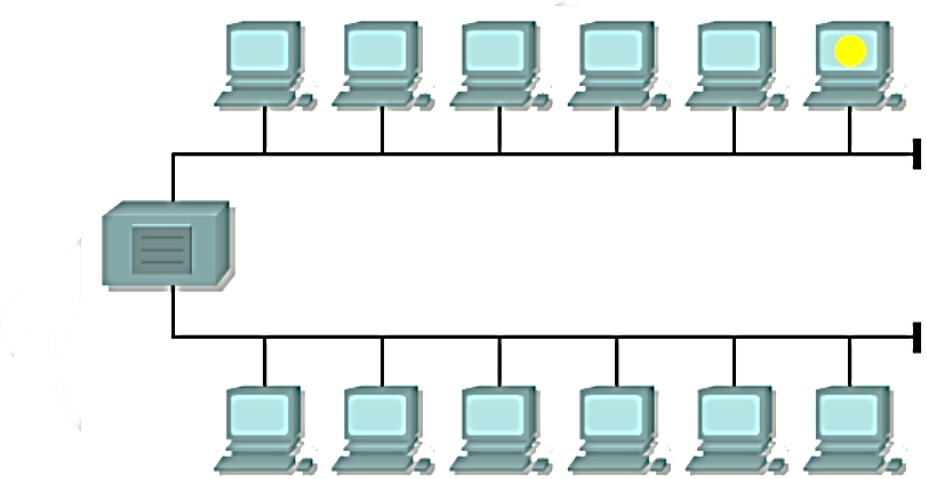


رموز الأجهزة الشبكية:



المكرر Repeater:

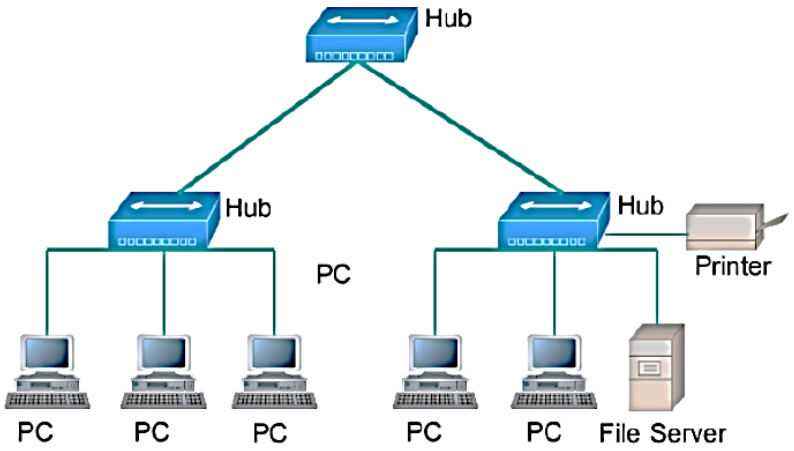
المكرر هو جهاز شبكة يستخدم لتجديد الإشارة. تقوم أجهزة التكرار بإعادة توليد الإشارات التناظرية أو الرقمية المشوهة بفقدان الإرسال بسبب التوهين. لا يقوم المكرر بإجراء التوجيه الذكي.



المجمع Hub:

هو جهازٌ يقسم اتصال الشبكة بين أجهزةٍ متعددةٍ، عندما يطلب جهازٌ ما بعض المعلومات من إحدى شبكات الحاسوب يقوم أولًا بإرسال الطلب إلى لوحة الوصل عبر الكابل، ويبثّه إلى الشبكة بالكامل، وتقوم جميع الأجهزة بالتحقق فيما إذا كان الطلب ينتمي إليها، وإلا فيتم إسقاطه.

يتم الاتصال بين الجهاز وبين المجمع مباشرة دون المرور عبر أي جهاز آخر. وفي حال الرغبة في التوسع وعدم كفاية بوابات المجمع فإنه من الكافي أن يتم وصل مجمع جديد إلى إحدى بوابات المجمع الأول. ويظهر الشكل التالي البنيان العام لشبكة تستخدم المجمعات:



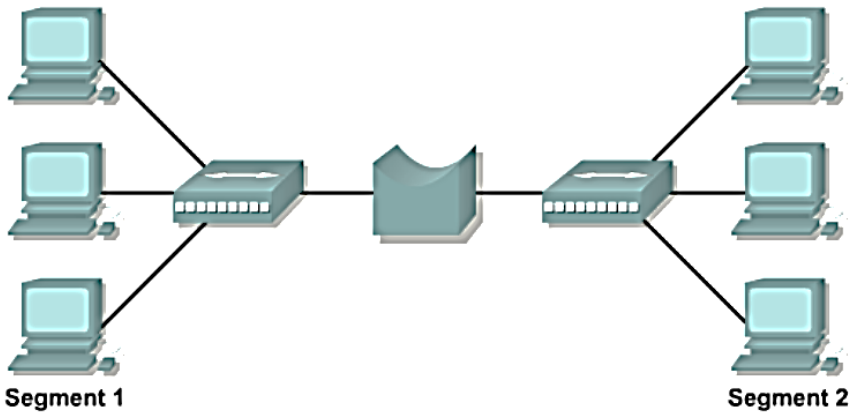
يعمل المجمع كمكرر إشارة متعدد البوابات، فهو غير قادر على قراءة وحدة البيانات أو استخلاص أي مكون من مكوناتها. والمجمع فعلياً هو جهاز "عديم الذكاء"، إذ ليس بإمكانه إلا أن يعيد إرسال البتات الواردة على إحدى بواباته على جميع البوابات الأخرى. وبإمكانه اكتشاف الوحدات الفيزيائية دون فهم محتواها عن طريق التعرف على علامة البداية التي تحدد بداية الوحدة، إضافة إلى حالة الكبل الخامل الذي لا ينقل بيانات. يمكن للمجمع أيضاً أن يكتشف التصادمات وأن يرسل إشارة الإعاقة عند اكتشافها.

هناك ضوابط وحدود لعدد المجمعات المستخدمة في بناء الشبكات، إذ لا يجوز أن يتجاوز عدد المجمعات الفاصلة بين جهاز وآخر حداً معيناً.

الجسور Bridges :

ظهرت الجسور في مرحلة مبكره من عمر الشبكات، وهي حتى تسبق المجمعات. فقد كانت الجسور أساساً تستخدم لربط الشبكات المحلية مع بعضها البعض وذلك منذ بداية الثمانينات.

والجسر هو جهاز متعدد البوابات، تتصل به التجهيزات في بنية نجمية. والمهمة الأساسية للجسر هي القيام بالعملية الأساسية للابتدال switching وهي من أهم العمليات التي تقوم عليها الشبكات، أي عملية تحديد الوجهة التي سيتم إرسال البيانات إليها بناء على تحليل لمعلومات متضمنة ضمن تلك البيانات.

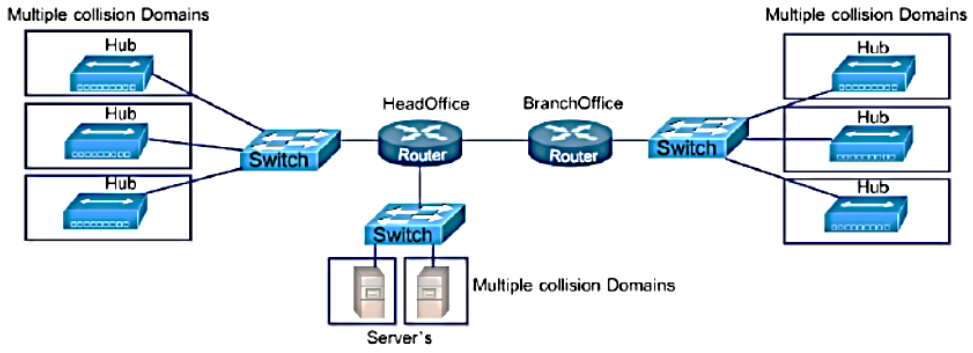


يقوم الجسر بقراءة الإطار الوارد على إحدى بواباته واستخلاص عنوان الوجهة، وإرسال الإطار إلى البوابة التي تسمح بالوصول إلى عنوان الوجهة.

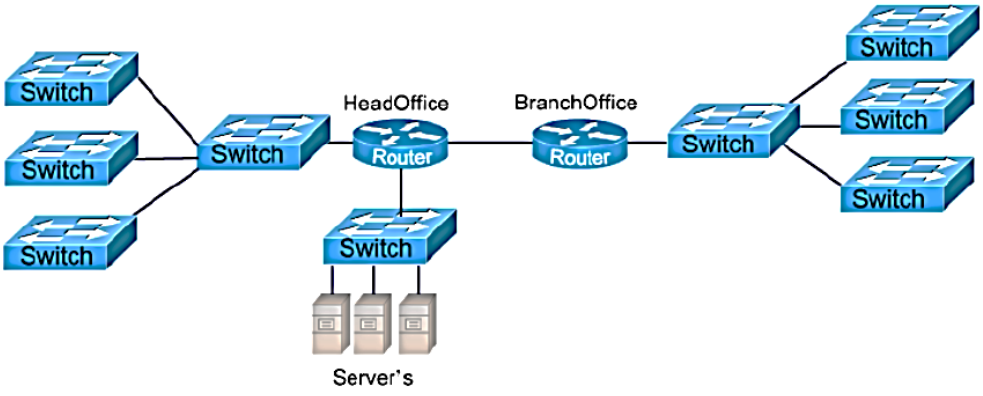
إن قيام الجسر باستخدام بوابة واحدة لإعادة الإرسال عوضاً عن استخدام جميع البوابات الذي كان يقوم به المجمع يؤدي إلى الحد بشكل كبير من التصادمات التي كان من الممكن أن تحصل. وبالتالي استخدمت الجسور مع المجمعات بحيث يقوم الجسر بربط الشبكات المبنية على المجمعات مع بعضها البعض. وكان الهدف الرئيسي من ذلك هو إبقاء التصادمات ضمن شبكة المجمعات وعدم نشرها.

المبدل Switch:

ظهرت البدالات في نهاية التسعينات كتجهيزات متفوقة تهدف إلى تجاوز جميع المشكلات السابقة التي عانت منها المجمعات والجسور مع الاستفادة من النتائج المشجعة التي حققتها الجسور على صعيد الحد من التصادم. ويمكن وصف المبدلات على أنها جسور متعددة البوابات من شأنها أن تسمح بتقليص حجم المقاطع الشبكية (وبالتالي نطاقات التصادم) حتى تصل إلى جهاز واحد في حال كان الجهاز متصلاً مباشرة ببوابة المبدلة. كما كان بإمكان المبدلات أن تقدم خدمات أكثر تنوعاً بكثير من تلك التي تقدمها الجسور، ولكن كانت المشكلة الأساسية في التكاليف الكبيرة للمبدلات، مما أعاق تخصيص بوابة من المبدلة لكل جهاز. ويعرض الشكل التالي استخدام المبدلات مع المجمعات في الشبكات:



في هذه الشبكات كان المجمع يتصل ببوابة للمبدلة وكان من شأن ذلك تحسين أداء الشبكة بشكل ملموس إذ أصبح لكل مجمع نطاق التصادم الخاص به المفصول عن نطاقات التصادم لباقي المبدلات. ولكن بقيت الأجهزة الموصولة إلى المجمع نفسه تتقاسم مع بعضها البعض نطاق التصادم الخاص بالمجمع. ومع انخفاض أسعار المبدلات أزيل هذا الحاجز حيث تم استبدال المجمعات كلياً بالمبدلات، بحيث أصبح كل جهاز متصلاً مع بوابة منفصلة للمبدلة، وبالتالي أصبح نطاق التصادم في هذه الحالة يقتصر على جهاز واحد أي أن التصادم عملياً قد ألغي وبات كل جهاز يحصل على السرعة الكاملة للبوابة المتصل بها دون تقاسم تلك السرعة مع أي جهاز آخر. ويعرض الشكل التالي استخدام المبدلات كلياً في بناء الشبكات بدون استخدام المجمعات:



الراوتر Router:

هو جهازٌ يستخدم لتوصيل الشبكة المحلية LAN بشبكة الإنترنت، يستخدم لاستلام وتحليل وإعادة توجيه الحزم الواردة إلى شبكةٍ أخرى. وسنتعرف على مفهوم عملية التوجيه في محاضرة قادمة.

المودم Modem:

عبارةٌ عن جهازٍ يسمح للكمبيوتر بالاتصال بالإنترنت عبر خط الهاتف.

وظائف الجسور والمبدلات:

حل استخدام الجسور والمبدلات مشكلة انخفاض الأداء الناتج عن التشارك في عرض الحزمة والتصادمات، وخاصة مع البدالات التي سمحت بتخصيص بوابة لكل جهاز بدون أن يكون هناك تشارك في عرض الحزمة. ولكن بقيت مشكلة آلية البث التي تتيح لأي جهاز إرسال بيانات إلى جميع الأجهزة الموصولة على الشبكة. إذ ظلت آلية البث تسبب مشكلة في الأداء وتعرض الشبكة لأخطار ظهور عواصف البث. كما حلت المشكلة الأمنية جزئياً إذ لم تعد البيانات تذهب إلى جميع الأجهزة وبالتالي ألغيت إمكانية استراق السمع، ولكن بقيت هناك مشكلة قدرة الأجهزة المتصلة على إغراق الشبكة عمداً أو نتيجة خطأ برمجي أو عتادي عن طريق إرسال كم كبير ومستمر من رسائل البث.

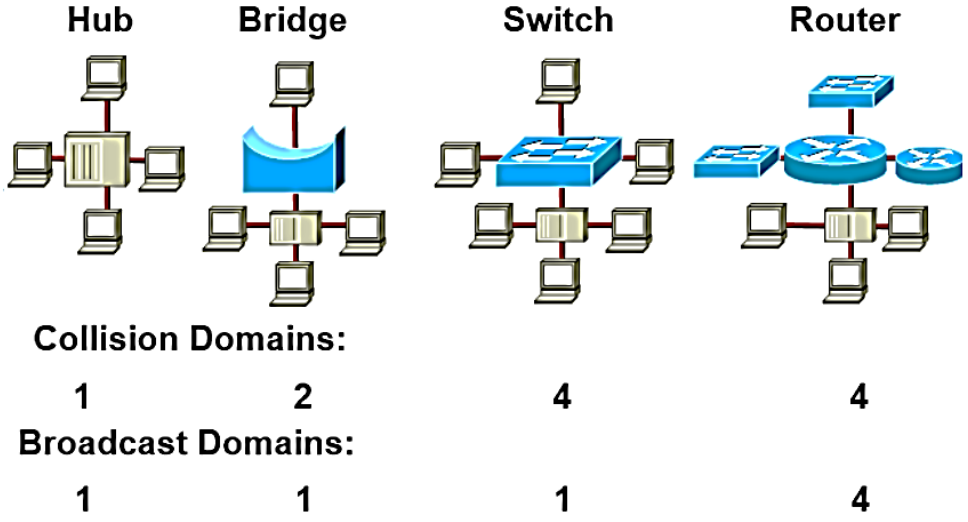
هناك تشابه كبير بين الجسور والمبدلات، ويمكن تلخيص أهم الفروقات التي تتميز بها المبدلات عن الجسور بالنقاط التالية:

1) **سرعة أكبر:** وذلك بسبب اعتماد المبدلات على دارات متخصصة للقيام بعملية التبديل. بينما كانت الجسور تعتمد على البرمجيات. مما يقلل من زمن التأخير ويتيح للمبدلة القيام بعملية التبديل في الزمن الحقيقي وبالتالي رفع أداء الشبكة بشكل عام.
2) **عدد أكبر من البوابات:** كانت الجسور تحتوي على عدد محدود من البوابات (16 كحد أقصى)، بينما يمكن للمبدلات أن تحتوي على مئات البوابات.

نطاق التصادم Collision domain

يُعرف نطاق التصادم بأنه مجموعة الأجهزة التي يمكن أن يحصل بينها تصادم عند إرسال البيانات.

- تنتمي كل المنافذ إلى نطاق تصادم واحد في المجمع.
- كل منفذ من منافذ المبدلة يعتبر بمثابة نطاق تصادم بحد ذاته.

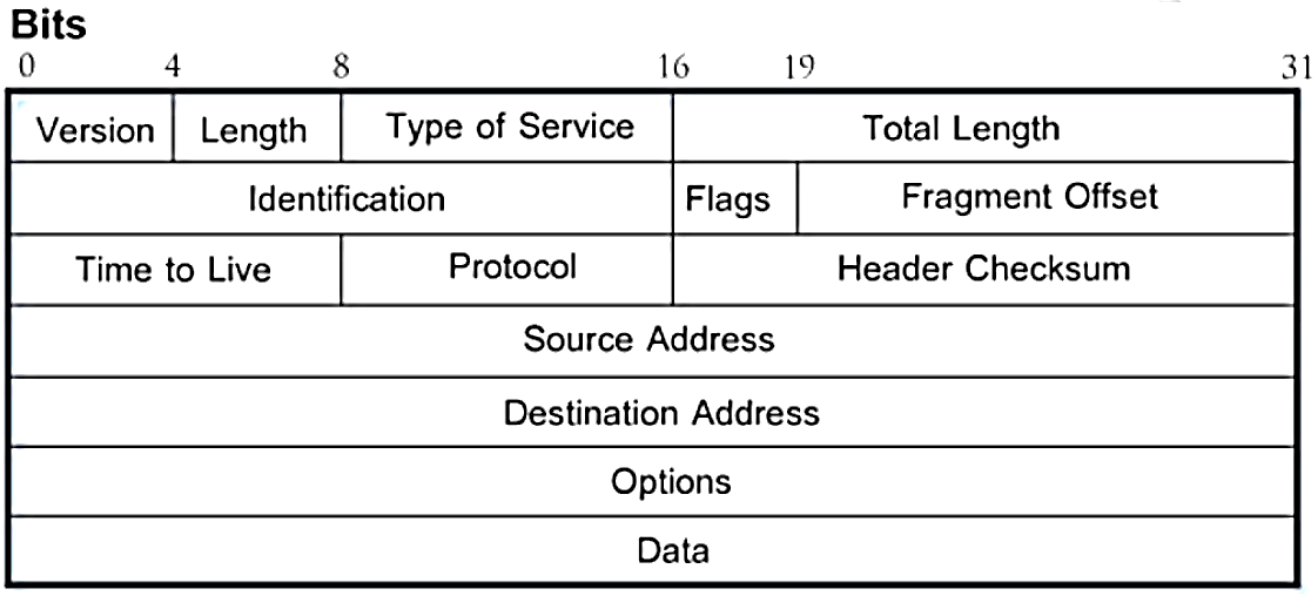


صيغة رزمة البروتوكول IP

هنالك إصداران حاليان من البروتوكول IP

- **الإصدار الرابع IPv4** وهو الذي لايزال مستخدماً حتى الآن بشكل أساسي على شبكة الإنترنت.
- **الإصدار السادس IPv6** ظهر ليحل عدداً من مشكلات الإصدار الرابع ولكنه لا يزال حتى الآن غير مستخدم بكثافة على شبكة الإنترنت.

وبالتالي سنركز في حديثنا على البروتوكول IPv4 وفيما يلي توصيف لأهم الحقول في ترويسة الرزمة من هذا البروتوكول



- **الإصدار version**

يتضمن الحقل الأول في الترويسة رقم إصدار البروتوكول، وفي حالة IPv4 ستكون القيمة هي 4 (أي 0100).

- **طول الترويسة Internet Header Length (IHL)**

يتضمن الحقل الثاني في الترويسة وطوله 4 بتات. وتفسير هذا الحقل بأن طول الترويسة ليس ثابت والسبب هو أن الترويسة ممكن أن تحتوي على عدد متغير من الخيارات.

- **الطول الإجمالي Total Length**

طول هذا الحقل هو 16 بت ويتضمن الطول الإجمالي للرزمة (عدد البايتات) بما فيها الترويسة والبيانات.

- **زمن بقاء الحزمة Time to Live (TTL)**

طول هذا الحقل هو 8 بت (بايت واحد) وبالتالي فإن قيمته العظمى هي 255. يقوم المرسل بتحديد القيمة الابتدائية لهذا الحقل عند إرسال الرزمة، وعندما تعبر هذه الرزمة أي موجه (راوتر) سيقوم الموجه بإنقاص قيمة الحقل بمقدار 1 وعندما تصبح قيمة هذا الحقل صفراً يرفض الموجه متابعة الإرسال ويقوم بإرسال رسالة خطأ إلى المرسل مفادها أن الرزمة تجاوزت الزمن المسموح. الفائدة من قيمة ttl هي حماية الشبكة من الحلقات.

- **البروتوكول Protocol**

ويتضمن هذا الحقل رقم البروتوكول المستخدم عند الإرسال

ملاحظة: (أرقام البروتوكولات التي يمكن استخدامها معرفة في الوثيقة RFC 790).

- **عنوان المصدر Source Address وعنوان الوجهة Destination Address**

طول كل منهما 4 بايت ويقوم المصدر بتحديدهما.

انتهت المحاضرة