Chapter 9

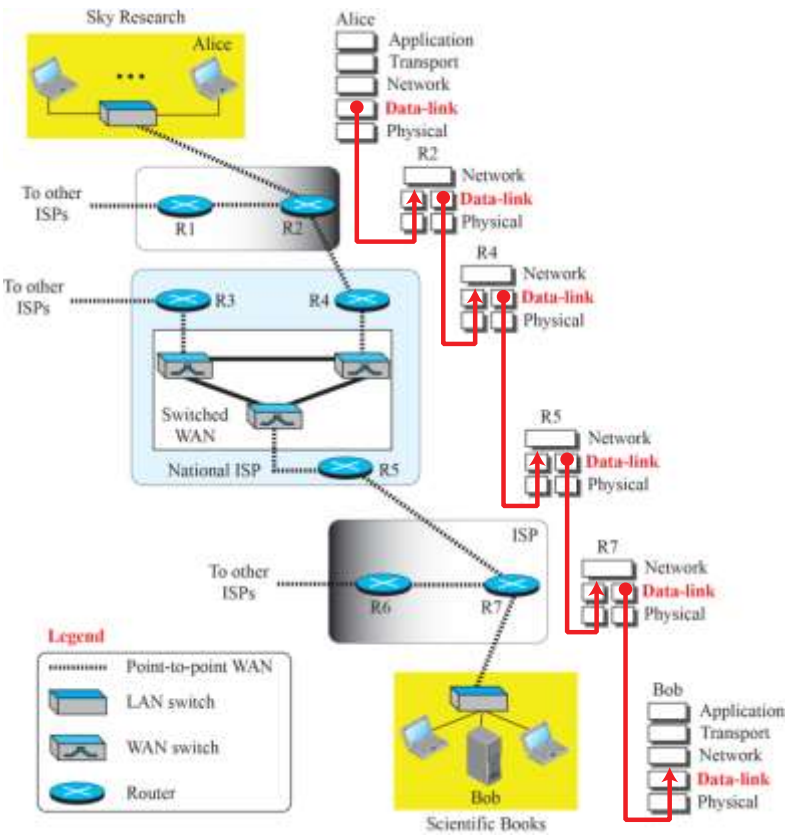
Introduction To Data-Link Layer

9-1 INTRODUCTION المقدمة

The Internet is a combination of networks glued together by connecting devices (routers or switches). If a packet is to travel from a host to another host, it needs to pass through these networks. Figure 9.1 shows the same scenario we discussed in Chapter 3, but we are now interested in communication at the data-link layer.

الإنترنت هو مزيج من الشبكات لصقها معا من خلال ربط الأجهزة (أجهزة التوجيه أو التبديل). إذا كانت العبوة هي للسفر من مجموعة إلى مضيف آخر، فإنه يحتاج إلى المرور عبر هذه الشبكات. ويبين الشكل 9.1 نفس السيناريو الذي تمت مناقشته في الفصل 3، لكننا مهتمون الآن في مجال الاتصالات في طبقة ربط البيانات.

Figure 9.1: Communication at the data-link



Communication at the data-link layer is made up of five separate logical connections between the data-link layers in the path.

يتم الاتصال في طبقة ربط البيانات من خمسة صلات منطقية منفصلة بين طبقات ربط البيانات في المسار.

The data-link layer at Alice's computer communicates with the data-link layer at router R2.

طبقة ربط البيانات في الكمبيوتر أليس التواصل مع طبقة ربط البيانات في جهاز التوجيه R2.

The data-link layer at router R2 communicates with the data-link layer at router R4 and so on.

التواصل مع طبقة ربط البيانات R2 طبقة ربط البيانات في جهاز التوجيه وهلم جرا R4 في جهاز التوجيه.

Finally, the data-link layer at router R7 communicates with the data-link layer at Bob's computer.

التواصل مع طبقة ربط R7 وأخيرا، طبقة ربط البيانات في جهاز التوجيه البيانات في الكمبيوتر بوب.

Only one data-link layer is involved at the source or the destination, but two data-link layers are involved at each router. The reason is that Alice's and Bob's computers are each connected to a single network, but each router takes input from one network and sends output to another network.

وتشارك فقط طبقة ربط البيانات واحد على المصدر أو الوجهة، بل يشاركون طبقتين ربط البيانات في كل جهاز التوجيه. والسبب هو أن أليس وأجهزة الكمبيوتر بوب وكل متصلا بشبكة واحدة، ولكن كل التوجيه يأخذ المدخلات من شبكة واحدة ويرسل الإخراج إلى شبكة أخرى.

9.9.1 Nodes and Links العقد وسريعة

Communication at the data-link layer is node-to-node. A data unit from one point in the Internet needs to pass through many networks (LANs and WANs) to reach another point. Theses LANs and WANs are connected by routers.

الاتصال في طبقة ربط البيانات عقدة إلى عقدة. وحدة البيانات من نقطة واحدة في الإنترنت يجب أن تمر عبر العديد من الشبكات (الشبكات المحلية والشبكات الواسعة) للوصول إلى نقطة أخرى. ترتبط أطروحات الشبكات المحلية والشبكات الواسعة من قبل أجهزة التوجيه.

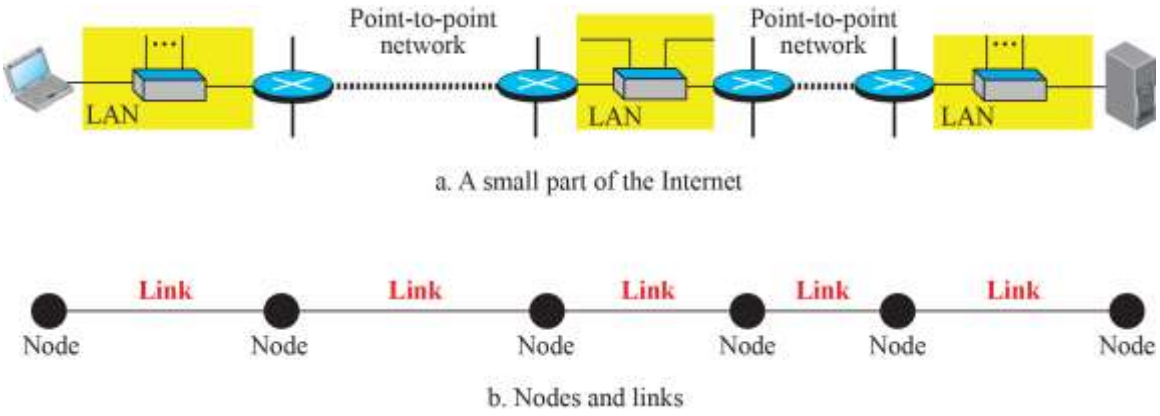
It is customary to refer to: ومن المعتاد أن تشير إلى:

The two end: hosts. نهاية اثنين: المضيفين.

The routers: nodes. الموجهات: العقد.

The networks in between as: links. الشبكات بين النحو التالي: الروابط.

Figure 9.2: Nodes and Links الروابط والعقد



a simple representation of links and nodes when the path of the data unit is only six nodes.

تمثيل بسيط من الروابط والعقد عند طريق وحدة البيانات هو ستة فقط العقد.

9.9.2 Services خدمات

The data-link layer is located between the physical and the network layers.

يقع طبقة ربط البيانات بين المادية وطبقات الشبكة.

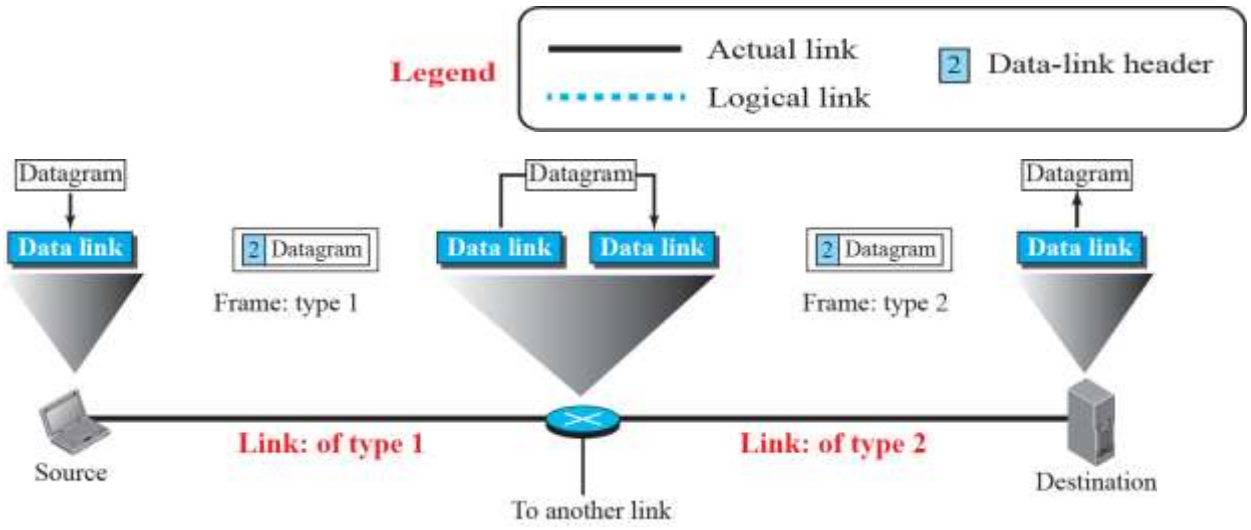
The data-link layer provides services to the network layer; it receives services from the physical layer.

توفر طبقة ارتباط البيانات الخدمات للطبقة الشبكة؛ يتلقى الخدمات من الطبقة المادية.

Let us discuss services provided by the data-link layer.

دعونا نناقش الخدمات التي تقدمها طبقة ربط البيانات.

Figure 9.3: A communication with only three nodes



The datagram received by the data-link layer of the source host is encapsulated in a frame. The frame is logically transported from the source host to the router. The frame is decapsulated at the data-link layer of the router and encapsulated at another frame. The new frame is logically transported from the router to the destination host.

يتم تغليف مخطط البيانات من طبقة ربط البيانات من المضيف المصدر استقبل في الإطار. ويتم نقل إطار منطقيا من المضيف المصدر إلى جهاز التوجيه. والاطار في فك التغليف إطار في طبقة ربط البيانات من جهاز التوجيه ومغلفة في إطار آخر. ويتم نقل إطار جديد منطقيا من جهاز التوجيه إلى المضيف الوجهة.

9.9.3 Two Categories of Links فئتين من الروابط

Although two nodes are physically connected by a transmission medium such as cable or air, we need to remember that the data-link layer controls how the medium is used. We can have a data-link layer that uses the whole capacity of the medium; we can also have a data-link layer that uses only part of the capacity of the link. In other words, we can have a point-to-point link or a broadcast link.

على الرغم من عقدتين ترتبط جسديا من قبل وسيلة نقل مثل كابل أو الهواء، ونحن بحاجة إلى أن نتذكر أن طبقة ربط البيانات وتتحكم كيفية استخدام المتوسطة. ويمكن لدينا طبقة وصلة البيانات التي تستخدم القدرة الكاملة للالمتوسط. يمكننا أيضا أن يكون لها طبقة ربط البيانات يستخدم سوى جزء من قدرة الارتباط. وبعبارة أخرى، فإننا يمكن أن يكون لها ارتباط نقطة إلى نقطة أو رابط البث.

In a point-to-point link, the link is dedicated to the two devices; in a broadcast link, the link is shared between several pairs of devices. For example, when two friends use the traditional home phones to chat, they are using a point-to-point link; when the same two friends use their cellular phones, they are using a broadcast link (the air is shared among many cell phone users).

في وصلة من نقطة إلى نقطة، هذا العنوان هو مخصص لالجهازين. في وصلة البث، ويشارك في الربط بين عدة أزواج من الأجهزة. على سبيل المثال، عندما اثنين من اصدقائه استخدام الهواتف المنزلية التقليدية للدردشة، وأنهم يستخدمون وصلة من نقطة إلى نقطة. عندما يستخدم نفس صديقين هواتفهم الخلوية، وأنهم يستخدمون وصلة البث (يتم تقاسم الهواء بين العديد من مستخدمي الهاتف الخلوي).

9.9.4 Two Sublayers طبقتين فرعيتين

To better understand the functionality of and the services provided by the link layer, we can divide the data-link layer into two sublayers:

من أجل فهم أفضل وظيفة والخدمات المقدمة من قبل طبقة وصلة، يمكننا تقسيم طبقة ربط البيانات إلى طبقتين فرعيتين:

Data link control (DLC)) تحكم ربط البيانات

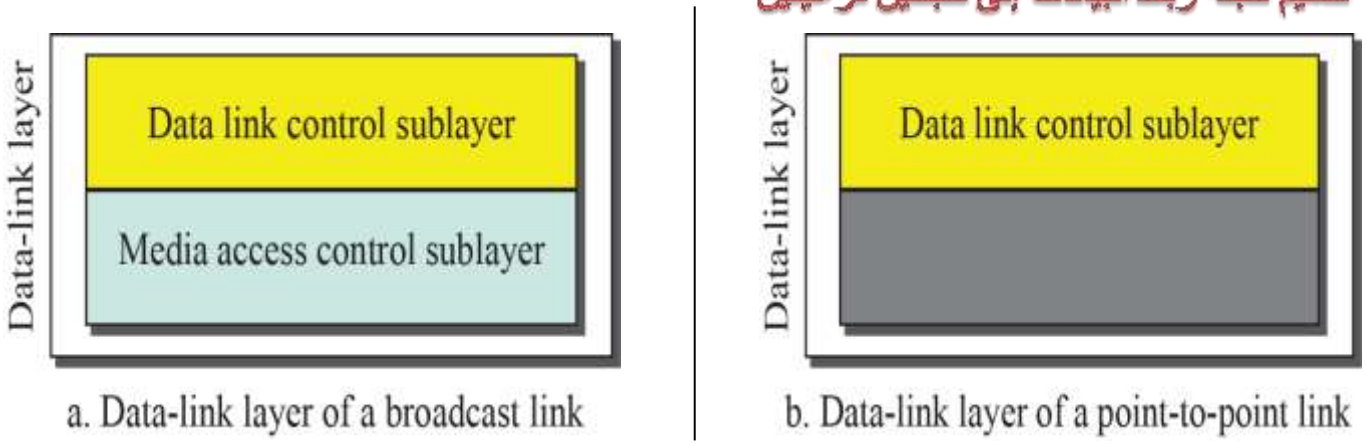
Media access control (MAC). التحكم بالوصول إلى وسائط الإعلام

This is not unusual because, as we will see in later chapters, LAN protocols actually use the same strategy.

فعلا استخدام نفس الاستراتيجية. LANوليس هذا غريبا لأنه، كما سنرى في فصول لاحقة، وبروتوكولات

Figure 9.3: Dividing the data-link layer into two sublayers.

تقسيم طبقة ربط البيانات إلى طبقتين فرعيتين



The DLC sublayer deals with all issues common to both point-to-point and broadcast links;

الطبقة الفرعية مع كل القضايا المشتركة بين نقطة إلى نقطة وصلات البث. DLCصفقات .

The MAC sublayer deals only with issues specific to broadcast links.

فقط مع قضايا محددة للبث الروابط. MACويتناول الطبقة الفرعية

5-4 LINK-LAYER ADDRESSING لينك - طبقة معالجة

In Chapter 18, we will discuss IP addresses as the identifiers at the network layer. في الفصل 18، مثل معرفات في طبقة الشبكة. IPوسوف نناقش عناوين

However, in a internetwork such as the Internet we cannot make a datagram reach its destination using only IP addresses.

فقط. IPومع ذلك، في البينية مثل الإنترنت أننا لا نستطيع تقديم مخطط بيانات تصل إلى وجهتها باستخدام عناوين

The source and destination IP addresses define the two ends but cannot define which links the packet should pass through. The reason is that each datagram in the Internet, from the same source host to the same destination host, may take a different path.

تحدد طرفي ولكن لا يمكن أن تحدد الذي يربط الحزمة لابد أن يمر. والسبب هو أن كل مخطط IPعناوين المصدر والوجهة بيانات على شبكة الإنترنت، من نفس المضيف المصدر إلى نفس المضيف الوجهة، قد يستغرق مسارا مختلفا.

Also, the IP addresses in a datagram should not be changed. If the destination IP address in a datagram changes, the packet never reaches its destination.

الوجهة في التغييرات مخطط البيانات، IPفي مخطط البيانات. إذا كان عنوان IPأيضا، يجب أن لا يتم تغيير عناوين الحزمة لم تصل إلى وجهتها.

5-4 LINK-LAYER ADDRESSING لينك - طبقة معالجة (cont)

For that, we need another addressing mechanism in a connectionless internetwork:

لذلك، نحن بحاجة إلى آلية معالجة أخرى في الشبكة البينية بدون اتصال:

The link-layer addresses of the two nodes. عناوين طبقة وصلة من العقدتين.

A link-layer address is sometimes called a link address, sometimes a physical address and sometimes a MAC address.

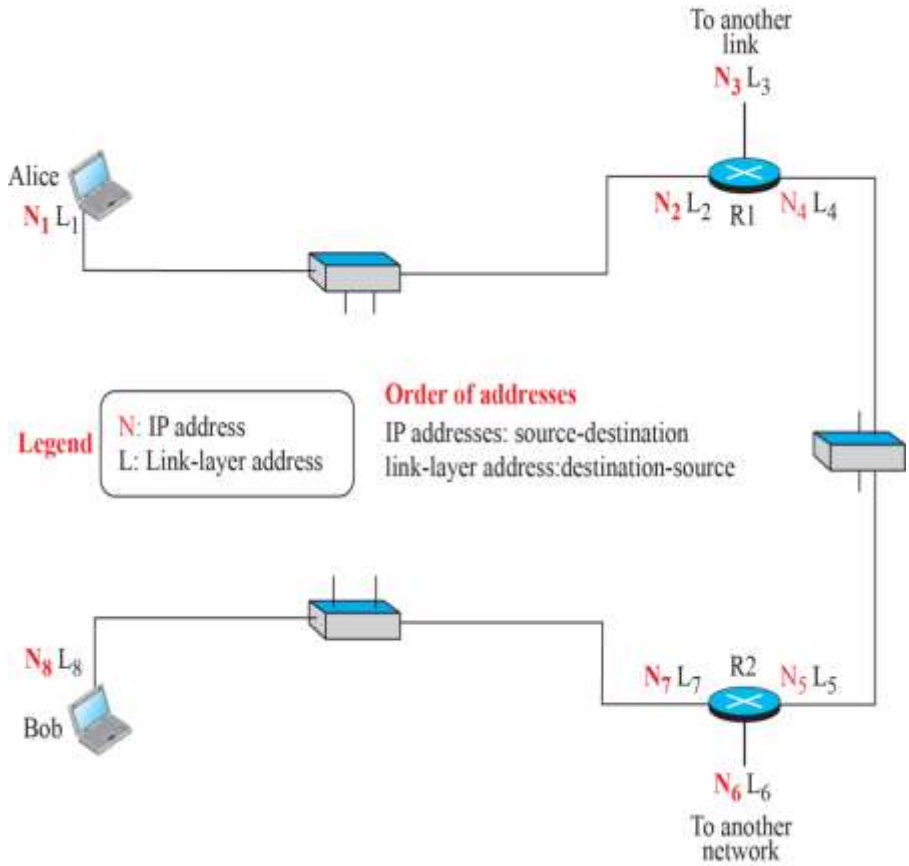
ويسمى عنوان طبقة الارتباط أحيانا عنوان الارتباط، وأحيانا عنوان فعلي وأحيانا عنوان ام ايه سي.

When a datagram passes from the network layer to the data-link layer, the datagram will be encapsulated in a frame and two data-link addresses are added to the frame header. These two addresses are changed every time the frame moves from one link to another.

عندما يمر مخطط البيانات من طبقة الشبكة إلى طبقة ربط البيانات، سوف تكون مغلفة مخطط البيانات في إطار وإضافة إلى اثنين من عناوين وصلة البيانات إلى رأس الإطار. يتم تغيير هذه العناوين اثنين في كل مرة إطار التحركات من وصلة واحدة إلى أخرى.

Figure 9.5: IP addresses and link-layer addresses in a small internet

عناوين IP وعناوين طبقة وصلة في الانترنت صغير



Each frame carries the same datagram with the same source and destination IP addresses (N1 and N8), but the link-layer addresses of the frame change from link to link.

كل إطار يحمل نفس مخطط بيانات بنفس عناوين المصدر والوجهة IP (N1 وN8)، ولكن عناوين طبقة وصلة للتغيير الإطار من صلة لربط.

In link 1, the link-layer addresses are L1 and L2. In link 2, they are L4 and L5. In link 3, they are L7 and L8.

في رابط 1، وعناوين طبقة وصلة هي L1 وL2. في رابط 2، فهي L4 وL5. في رابط 3، فهي L7 وL8.

Note that For IP addresses, the source address comes before the destination address; for link-layer addresses, the destination address comes before the source.

لاحظ أنه بالنسبة لعناوين IP، وعنوان المصدر ويأتي قبل عنوان الوجهة. لعناوين طبقة الارتباط، وعنوان الوجهة يأتي قبل المصدر.

9.2.1 Three Types of addresses ثلاثة أنواع من عناوين

Some link-layer protocols define three types of addresses:

بعض بروتوكولات طبقة الارتباط تحدد ثلاثة أنواع من عناوين:

1. Unicast: Each host or each interface of a router is assigned a unicast address. Unicasting means one-to-one communication. A frame with a unicast address destination is destined only for one entity in the link.

الإرسال: كل مضيف أو لكل واجهة من جهاز توجيه يتم تعيين عنوان أحادي الإرسال. الإرسال يعني اتصال واحد الى واحد. مقدر والإطار مع وجهة عنوان أحادي فقط لكيان واحد في الارتباط.

2. Multicast: one-to-many communication. However, the jurisdiction is local (inside the link).

المتعدد: واحد لكثير الاتصالات. ومع ذلك، فإن الاختصاص المحلي (داخل وصلة).

3. Broadcast: one-to-all communication. A frame with a destination broadcast address is sent to all entities in the link.

بث: واحد الى وجميع الاتصالات. يتم إرسال الإطار مع عنوان البث المقصد لجميع الكيانات في الارتباط

Example 9.1 - unicast link-layer addresses عناوين طبقة وصلة أحادي

As we will see in Chapter 13, the unicast link-layer addresses in the most common LAN, Ethernet, are 48 bits (six bytes) that are presented as 12 hexadecimal digits separated by colons; for example, the following is a link-layer address of a computer. The second digit needs to be an odd number.

إيثرنت، هي 48 بت (ستة بايت) التي LAN، كما سنرى في الفصل 13، وعناوين طبقة وصلة أحادي في الأكثر شيوعا يتم تقديمها كما ارقام 12 عشري مفصولة نقطتين. على سبيل المثال، ما يلي هو عنوان طبقة الارتباط من جهاز الكمبيوتر. الرقم الثاني يجب أن يكون عدد فردي.

A3:34:45:11:92:F1 ←

شرح/ شلون نعرف العنوان انه من نوع يونيك لينك لاير اذا كان بدايته (أيه 3) نفس الاي بي هذا

Example 9.2 - multicast link-layer addresses عناوين طبقة وصلة الإرسال المتعدد

As we will see in Chapter 13, the multicast link-layer addresses in the most common LAN, Ethernet, are 48 bits (six bytes) that are presented as 12 hexadecimal digits separated by colons. The second digit, however, needs to be an even number in hexadecimal.

كما سنرى في الفصل 13، وعناوين طبقة وصلة الإرسال المتعدد في الشبكة المحلية الأكثر شيوعا، إيثرنت، هي 48 بت (ستة بايت) التي يتم تقديمها كما ارقام 12 عشري مفصولة نقطتين. الرقم الثاني، ومع ذلك، يجب أن يكون عدد زوجي في عشري.

The following shows a multicast address:

ويبين الجدول التالي عنوان الإرسال المتعدد:

A2:34:45:11:92:F1 ←

شرح/ شلون نعرف العنوان انه من نوع مولتي كاست لينك لاير اذا كان بدايته (أيه 2) نفس الاي بي هذا

Example 9.3 - the broadcast link-layer addresses بث عناوين طبقة وصلة

As we will see in Chapter 13, the broadcast link-layer addresses in the most common LAN, Ethernet, are 48 bits, all 1s, that are presented as 12 hexadecimal digits separated by colons. The following shows a broadcast address:

كما سنرى في الفصل 13، عناوين البث صلة طبقة في الشبكة المحلية الأكثر شيوعا، إيثرنت، هي 48 بت، كل اس 1، التي يتم تقديمها كما ارقام 12 عشري مفصولة بنقطتين. ويبين الجدول التالي عنوان البث:

FF:FF:FF:FF:FF:FF ←

شرح/ شلون نعرف العنوان انه من نوع برودكاست لينك لاير
اذا كان كله حرف (إف) نفس الاي بي هذا

9.2.2 Address Resolution Protocol ARP معالجة قرار بروتوكول

Anytime a node has an IP datagram to send to another node in a link, it has the IP address of the receiving node.

في أي وقت من عقدة لديه مخطط بيانات بروتوكول الإنترنت لإرسالها إلى عقدة أخرى في وصلة، أنه يحتوي على عنوان بروتوكول الإنترنت من العقدة المستقبلة.

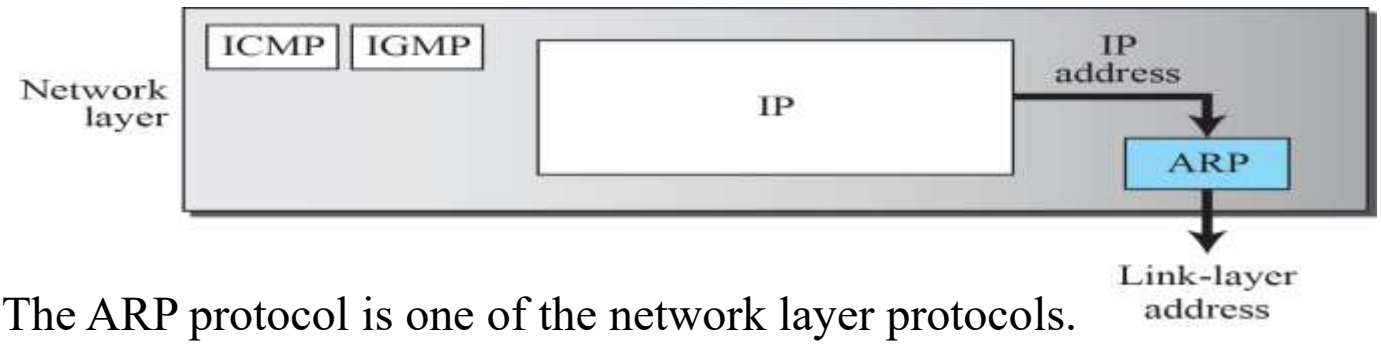
However, the IP address of the next node is not helpful in moving a frame through a link;

ومع ذلك، فإن عنوان اي بي العقدة القادمة ليست مفيدة في تحريك إطار من خلال الارتباط؛

we need the link-layer address of the next node. This is the time when the Address Resolution Protocol (ARP) becomes helpful.

نحن في حاجة إلى العنوان طبقة الارتباط من عقدة القادمة. هذا هو الوقت المناسب عندما يصبح بروتوكول تحليل العنوان مفيدة.

Figure 9.6: Position of ARP in TCP/IP protocol



The ARP protocol is one of the network layer protocols.

ARPبروتوكول

هي واحدة من بروتوكولات طبقة الشبكة.

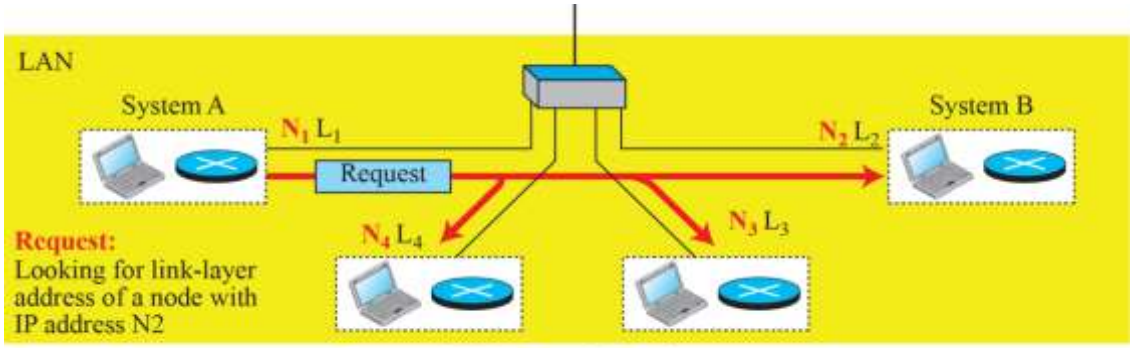
ARP accepts an IP address from the IP protocol, maps the address to the corresponding link-layer address, and passes it to the data-link layer.

ARPتقبل

عنوان بروتوكول الإنترنت من بروتوكول بروتوكول الإنترنت، خرائط العنوان إلى عنوان طبقة الارتباط المقابلة، ويمررها إلى طبقة ربط البيانات.

Figure 9.7: ARP operation

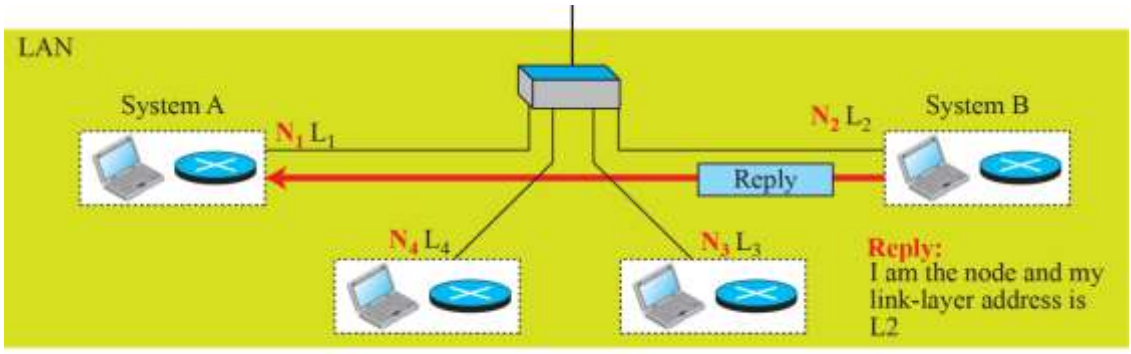
When a host or a router needs to find the link-layer address of another host or router in its network, عندما يحتاج المضيف أو جهاز توجيه للعثور على عنوان طبقة الارتباط من مضيف آخر أو جهاز التوجيه في شبكتها،



a. ARP request is broadcast

A host or a router sends an ARP request packet that includes the link-layer and IP addresses of the sender and the IP address of the receiver. Because the sender does not know the link-layer address of the receiver, the query is broadcast over the link using the link-layer broadcast address.

وهناك مجموعة كبيرة أو جهاز توجيه يرسل طلب ايه ار بي الحزمة التي تتضمن طبقة الارتباط وعناوين بروتوكول الإنترنت من المرسل وعنوان بروتوكول الإنترنت من جهاز الاستقبال. لأن المرسل لا يعرف عنوان طبقة الارتباط من المتلقي، يتم بث الاستعلام عبر الارتباط باستخدام عنوان البث طبقة الارتباط.

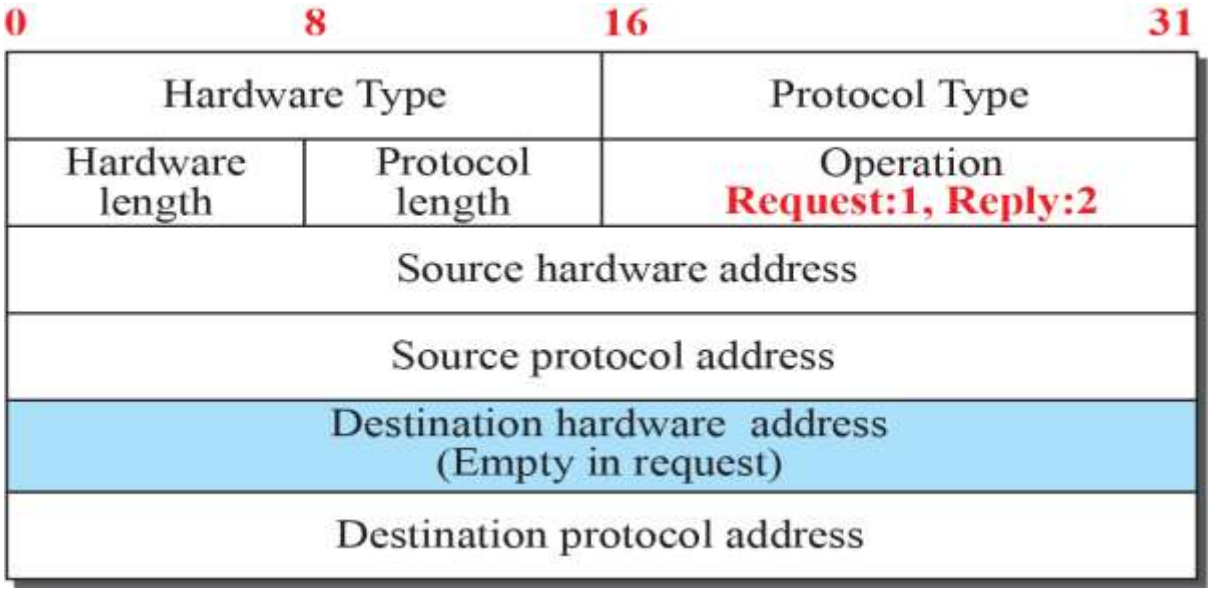


b. ARP reply is unicast

Every host or router on the network receives and processes the ARP request packet, but only the intended recipient recognizes its IP address and sends back an ARP response packet. The response packet contains the recipient's IP and link-layer addresses. The packet is unicast directly to the node that sent the request packet.

كل مضيف أو جهاز التوجيه على شبكة يستقبل ويعالج حزمة طلب ايه ار بي ، ولكن لا يعترف الا المتلقي عنوان اي بي الخاص به ويرسل مرة أخرى حزمة استجابة ايه ار بي . الحزمة تحتوي الإجابة عناوين اي بي وطبقة وصلة المستلم. وأحادي الحزمة مباشرة إلى العقدة التي أرسلت حزمة الطلب.

Figure 9.8: ARP packet رزمة



Hardware: LAN or WAN protocol

Protocol: Network-layer protocol

The hardware type field **defines the type of the link-layer protocol; Ethernet is given the type 1.**

يحدد حقل نوع الأجهزة نوع من بروتوكول طبقة الارتباط. يعطى إيثرنت نوع 1.

The protocol type field **defines the network-layer protocol: IPv4 protocol is (0800)16.**

يحدد حقل نوع البروتوكول بروتوكول طبقة الشبكة:

يكون (0800) 16. IPv4بروتوكول

The source hardware and source protocol addresses **are variable-length fields defining the link-layer and network-layer addresses of the sender.**

عناوين بروتوكول الأجهزة مصدر ومصدر حقول متغيرة الطول تحديد طبقة الارتباط وطبقة الشبكة عناوين المرسل.

The destination hardware address and destination protocol address fields **define the receiver link-layer and network-layer addresses.**

حقول العنوان عنوان الجهاز الوجهة والمقصد بروتوكول تحدد طبقة الارتباط وطبقة الشبكة عناوين الاستقبال.

An ARP packet is encapsulated directly into a data-link frame.

ARPحزمة

يتم تغليف مباشرة في إطار ربط البيانات.

Figure 9.9: Example 9.4 the ARP request and response messages.
طلب و استجابة لرسالة

A host with IP address N1 and MAC address L1 has a packet to send to another host with IP address N2 and physical address L2 (which is unknown to the first host). The two hosts are on the same network.

المضيف مع عنوان الأي بي ن1 و عنوان الماك ل1 لديه علبة لإرسالها الى مضيف اخر مع أي بي عنوان ن2 و عنوان فعلي ل2 (الذي هو غيرمعروف الى المضيف الأول) المضيفان هما على نفس الشبكة.

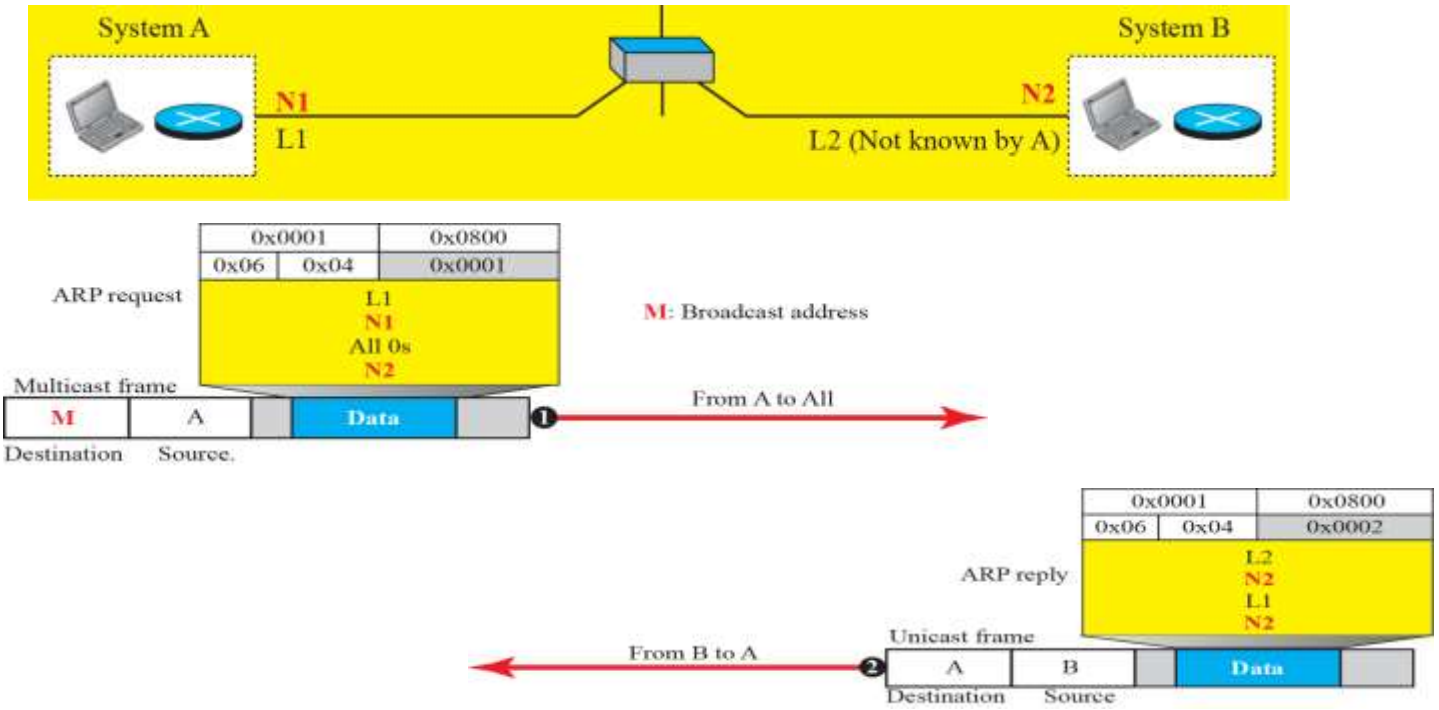


Figure 9.10: The internet for our example . الإنترنت على سبيل المثال لدينا

Assume Alice needs to send a datagram to Bob, who is three nodes away in the Internet..نفترض أليس يحتاج إلى إرسال حزم البيانات إلى بوب، الذي هو ثلاث عقد بعيدا في الإنترنت

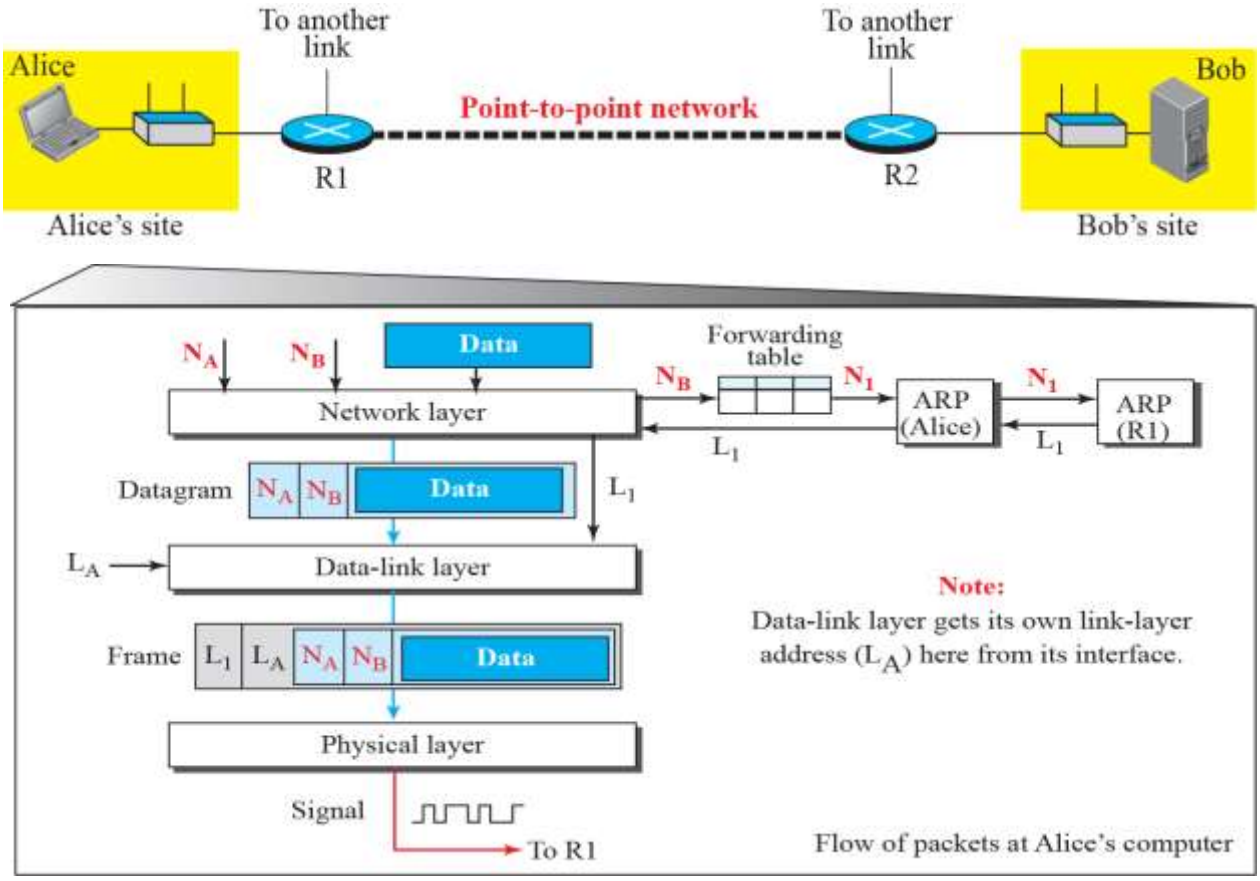
Assume that Alice knows the: نفترض أن أليس يعرف:

- **data to be sent.** البيانات التي يتم إرسالها.
- **The IP address of Alice's host (each host needs to know its IP address).**

عنوان اي بي للمضيف أليس (كل مضيف يحتاج إلى معرفة عنوان الأي بي الخاص به)

- **network-layer (IP) address of Bob.** شبكة طبقة عنوان (الأي بي) في بوب.

Figure 9.11: Flow of packets at Alice site تدفق الحزم في موقع أليس



The network layer knows it's given NA, NB, and the packet, but it needs to find the link-layer address of the next node.

طبقة الشبكة تعرف انها تعطى ان أيه , أن بي، وحزم، ولكنها تحتاج إلى العثور على عنوان طبقة الارتباط من عقدة القادمة.

The network layer consults its routing table and tries to find which router is next for the destination NB. The routing table gives N1,

طبقة الشبكة يتشاور جدول التوجيه الخاص به، ويحاول العثور على أي جهاز التوجيه هو القادم للوجهة ان بي ملحوظة. يعطي جدول التوجيه أن1,

but the network layer needs to find the link-layer address of router R1. It uses its ARP to find the link-layer address L_1.

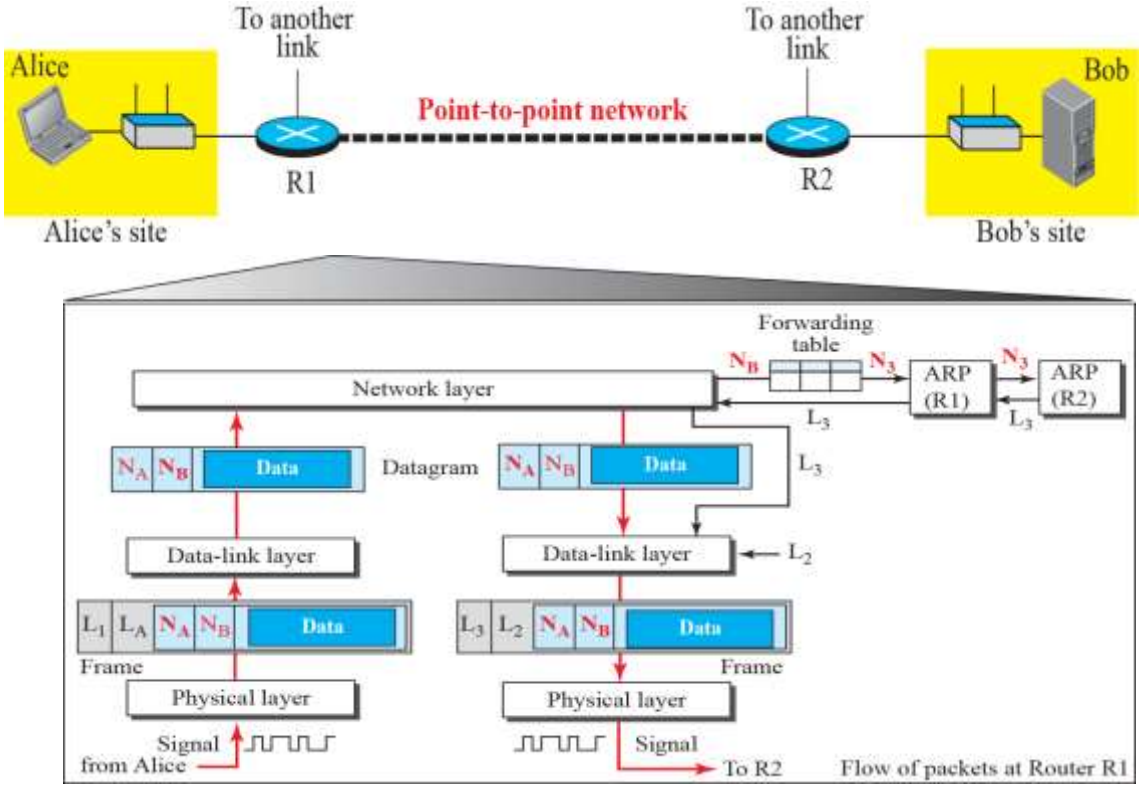
ولكن طبقة الشبكة تحتاج إلى العثور على عنوان طبقة الارتباط من جهاز التوجيه ر1. ويستخدم ايه ار بي لإيجاد عنوان ل1 طبقة الارتباط.

The network layer can now pass the datagram with the link-layer address to the data-link layer.. طبقة الشبكة ويمكن الآن تمرير مخطط البيانات مع عنوان طبقة تصل إلى طبقة ربط البيانات

The data-link layer knows its own link-layer address, L_A. It creates the frame and passes it to the physical layer, where the address is converted to signals and sent through the media. طبقة ربط البيانات يعرف نفسه عنوان طبقة الارتباط بها، ل أيه. أنه يخلق الإطار ويمررها إلى الطبقة المادية، حيث يتم تحويل العنوان إلى إشارات وإرسالها عبر وسائل الإعلام.

Figure 9.12: Flow of activities at router R1

انسياب الأنشطة على جهاز التوجيه ر1



Router R1 has only three lower layers. The packet received needs to go up through these three layers and come down.

جهاز التوجيه ر1 لديها سوى ثلاثة الطبقات السفلى. تلقت حزمة الاحتياجات لترتفع من خلال هذه الطبقات الثلاث وينزل.

At arrival, the physical layer of the left link Change the signal received from the link to a frame and passes it to the data-link layer.

في وصوله، والطبقة المادية من الارتباط الأيسر تغيير إشارة وردت من وصلة إلى إطار ويمرره إلى طبقة ربط البيانات.

The data-link layer decapsulates the datagram and passes it to the net- work layer.

طبقة ربط البيانات فك تغليف مخطط البيانات ويمرره إلى الطبقة الصافية للعمل.

The network layer examines the network-layer address of the datagram and finds that the datagram needs to be delivered to the device with IP address N_B.

طبقة الشبكة تفحص عنوان طبقة الشبكة من مخطط البيانات وجدت أن مخطط البيانات يحتاج ليتم تسليمها إلى الجهاز مع عنوان اي بي (ن ب).

The network layer consults its routing table to find out which is the next node (router) in the path to N_B. The forwarding table returns N_3.

طبقة الشبكة تراجع جدول التوجيه الخاص به لمعرفة من هو العقدة التالية (الموجه) في الطريق إلى ان بي. بارجاع جدول توجيه ن3.

The IP address of router R2 is in the same link with R1. The network layer now uses the ARP to find the link-layer address of this router, which comes up as L_3.

عنوان اي بي من جهاز التوجيه ر2 في نفس الارتباط مع ر1. يستخدم طبقة الشبكة الآن ايه ار بي للعثور على عنوان طبقة الارتباط من هذا التوجيه، والتي تأتي على النحو ل3.

The network layer passes the datagram and L_3 to the data-link layer belonging to the link at the right side.

طبقة الشبكة يمر مخطط البيانات ول3 إلى طبقة ربط البيانات ينتمون إلى الارتباط في الجانب الأيمن.

The link layer encapsulates the datagram, adds L3 and L2 (its own link-layer address), and passes the frame to the physical layer.

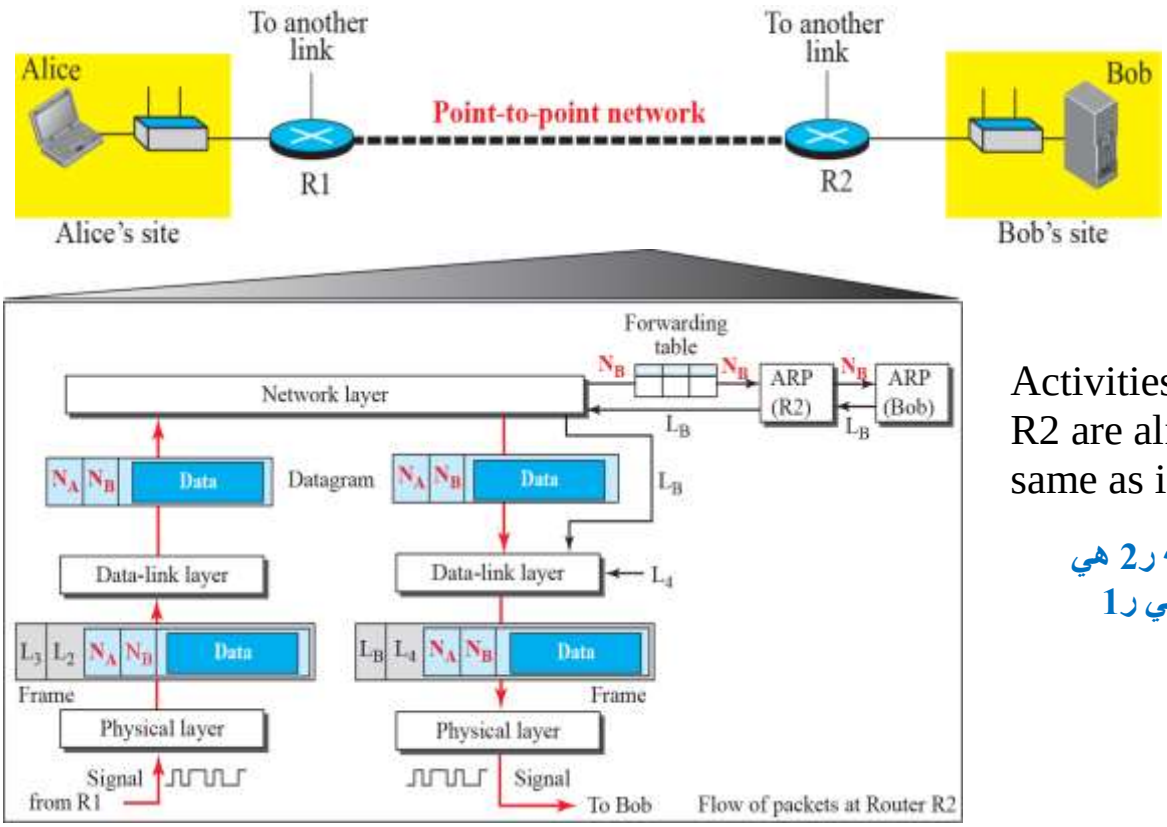
طبقة وصلة بتغليف مخطط البيانات، يضيف ل3 و ل2 (هي ملك عنوان طبقة الارتباط به)، ويمر الإطار إلى الطبقة المادية

The physical layer encodes the bits to signals and sends them through the medium to R2.

الطبقة المادية بترميز البتات لإشارات ويرسل لهم من خلال وسيلة لـ ر2.

Figure 9.13: Flow of activities at router R2

انسياب الأنشطة على جهاز التوجيه ر2



Activities at router R2 are almost the same as in R1 .

الأنشطة في توجيه ر2 هي تقريبا نفسها كما في ر1

Figure 9.14: Activities at Bob's site الأنشطة في موقع بوب

The signals at Bob's site are changed to a message. At Bob's site there are no more addresses or mapping needed.

يتم تغيير إشارات في موقع بوب الى رسالة. في موقع بوب ليس هناك المزيد من العناوين أو رسم الخرائط اللازمة.

The signal received from the link is changed to a frame. يتم تغيير إشارة وردت من الارتباط إلى الإطار.

The frame is passed to the data-link layer, which decapsulates the datagram and passes it to the network layer.

يتم تمرير الإطار إلى طبقة ربط البيانات، التي فك تغليفها المخطط البياني ويمررها إلى طبقة الشبكة.

The network layer decapsulates the message and passes it to the transport layer.

طبقة الشبكة يفك تغليف الرسالة ويمرره إلى طبقة النقل.