Media Access Control (MAC)

التحكم في الوصول إلى الوسائط (MAC)

12.1 RANDOM ACCESS الوصول العشوائي

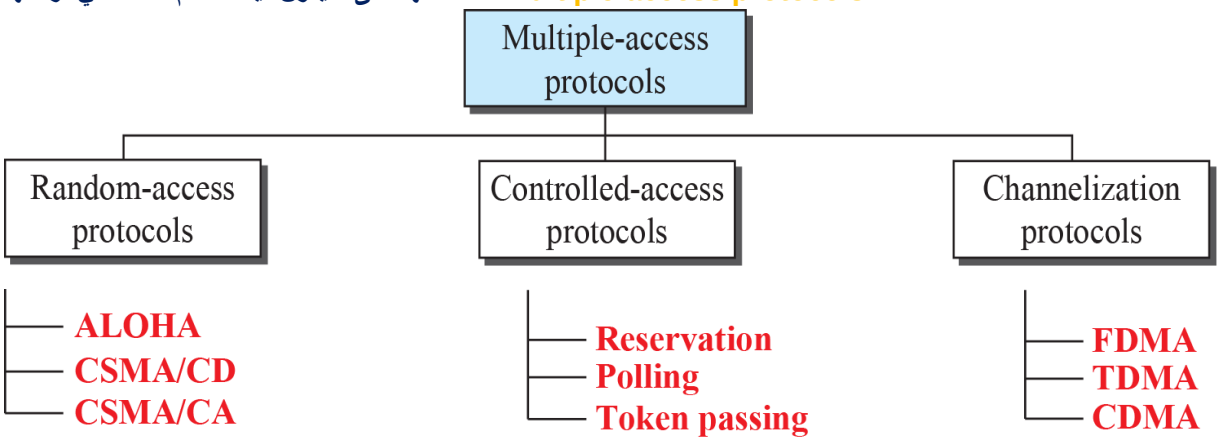
12.2 CONTROLLED ACCESS الوصول للرقابه

12.3 CHANNELIZATION توجيهها

Figure12.1:

Taxonomy of multiple-access protocols

نستخدمها حتى مايكون فيه تصادم للداتا اللي نرسلها multiple-access protocols



when nodes or stations are connected and use a common link, called a **multipoint or broadcast link,** we need a multiple-access protocol to coordinate access to the link

عندما يتم توصيل العقد أو المحطات واستخدام وصلة مشتركة، ودعا وصلة متعددة أو البث، ونحن بحاجة بروتوكول الوصول المتعدد لتنسيق الحصول على الارتباط.

Many protocols have been devised to handle access to a shared link.

وقد وضعت العديد من البروتوكولات للتعامل مع الوصول إلى مشترك حلقة الوصل

All of these protocols belong to a **sub-layer in the data-link layer called media access control (MAC).** We categorize them into three groups, as shown in Figure 12.1

كل من هذه البروتوكولات تنتمي إلى طبقة فرعية في طبقة ربط البيانات التحكم في الوصول ودعا وسائل الإعلام (MAC). نحن تصنيفها إلى ثلاثة مجموعات، كما هو مبين في الشكل ١٢,١.

1 12-1 Random-Access

●In **random-access** or **contention** no station is superior to another one and none is assigned control over another. a station that has data to send uses a procedure defined by the protocol to make a decision on whether or not to send(depends on the state of the medium (idle or busy).

في الوصول العشوائي أو خلاف أي محطة متفوقة على بعضها البعض، ويتم تعيين أي السيطرة على آخر. محطة التي لديها بيانات لإرسالها يستخدم الإجراء الذي حدده بروتوكول لاتخاذ قرار بشأن ما إذا كان أو لم يكن لإرسال (يعتمد على حالة متوسطة (الخمول أو مشغول).

Two features give this method its name

1-**First**, there is no scheduled time for a station to transmit. Transmission is random among the stations -**random access**

2-**Second**, no rules specify which station should send next. They compete to access the medium- **contention methods**

اثنين من الميزات تعطي هذه الطريقة اسمها
١-أولا، ليس هناك وقت محدد لمحطة لنقل. انتقال عشوائي بين وصول محطات -random
٢-ثانيا، لا توجد قواعد تحدد المحطة التي يجب أن ترسل المقبل. يتنافسون للوصول إلى طرق خلاف المتوسطة

●In a random-access method**, collision** can occur—and the frames will be either destroyed or modified. To avoid this each station must answers these

في طريقة الوصول العشوائي، يمكن أن تحدث والاصطدام سيتم الأطر دمرت إما أو تم التعديل. لتجنب هذا يجب على كل محطة يجيب التالية:

When can it access the medium?

What can it do if the medium is busy?

How can it determine the success or failure of the transmission?

What can it do if there is an access conflict?

متى يمكن ان الوصول إلى المتوسطة؟ ماذا يمكن أن تفعل إذا كان المتوسط هو مشغول؟ كيف يمكن أن تحدد نجاح أو فشل انتقال؟ ماذا يمكن أن تفعل إذا كان هناك نزاع الوصول؟

●The random-access methods has three main protocols:

1-ALOHA protocol, used carrier sense multiple access (CSMA).

2-carrier sense multiple access with collision detection **(CSMA/CD)** tells the station what to do when a collision is detected

3-carrier sense multiple access with collision avoidance **(CSMA/CA)**, which tries to avoid the collision

طرق الوصول العشوائي على ثلاثة بروتوكولات أساسية:

١-الوها بروتوكول ، استغلوا الحس الناقل الوصول المتعدد (CSMA).
٢-الناقل وصول متعددة مع كشف التصادم (CD / CSMA) يحكي محطة ما لتفعل عندما تم الكشف عن تصادم
٣-الناقل وصول متعددة مع تجنب التصادم (CA / CSMA)، الذي يحاول تجنب

ALOHA, the **earliest random access method**, was developed at the University of Hawaii in early 1970. It was designed for **a radio (wireless) LAN**, **but it can be used on any shared medium**

الوها، أقرب طريقة الوصول العشوائي، وقد وضعت في جامعة هاواي في وقت مبكر من عام ١٩٧٠. وقد صمم هذا البرنامج ل(لاسلكي) LAN اللاسلكية ولكن يمكن استخدامه على أي وسيط مشترك

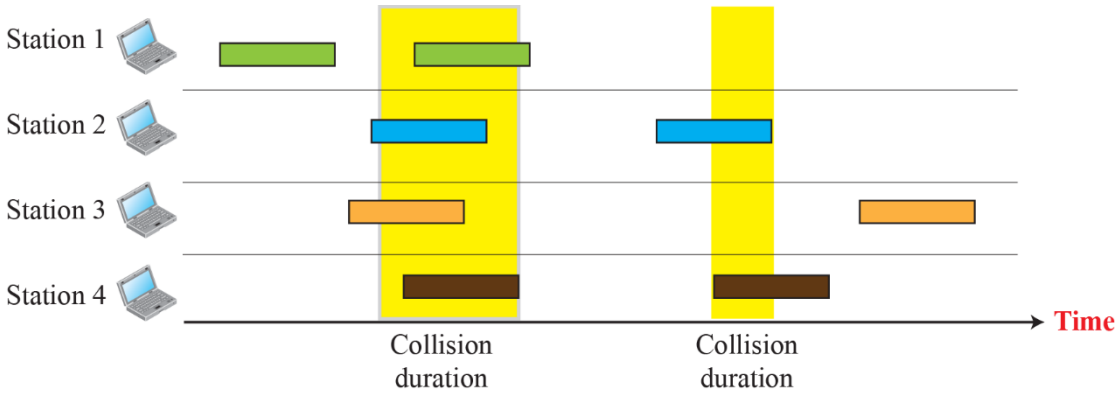
It is obvious that there are potential collisions in this arrangement. The medium is shared between the stations. When a station sends data, another station may attempt to do so at the same time. The data from the two stations collide and become garbled.

ومن الواضح أن هناك الاصطدامات المحتملة في هذا الترتيب. ويشارك في المتوسط بين المحطات. عندما يرسل محطة البيانات، محطة أخرى قد تحاول القيام بذلك في نفس الوقت. البيانات من المحطتين وتصطدم تصبح مشوشة

The original ALOHA protocol is called **pure ALOHA**. This is a simple but elegant protocol

ويطلق على بروتوكول الوها الأصلي النقي الوها. هذا هو بروتوكول بسيطة ولكن أنيقة

Figure 12.2: Frames in a pure ALOHA network



-There are four station connected to the same channel, each one sends tow frames- total 8 a collusion occurs between frames and they are destroyed only tow frames survive- the first from station 1 and the second from station 3-. Then we need to resend the destroyed frames Because pure ALOHA relies on acknowledgments from the receiver. It the sender (doesn't receive ack after time-out period, the station assumes that the frame (or the ack has been destroyed and resends the frame.

هناك أربعة محطة اتصال على نفس القناة، كل واحد يرسل إطارات سحب الإجمالية ٨- يحدث تواطؤ بين الإطارات ويتم التخلص منها فقط إطارات سحب البقاء على قيد الحياة لأول مرة من محطة ١ والثانية من محطة ٣-. ثم نحن بحاجة إلى إعادة إرسال دمرت إطارات لأن النقي الوها تعتمد على الاعترافات من المتلقي. ومن المرسل لا تلقي ACK بعد فترة المهلة، تفترض المحطة أن الإطار (أو ACK) تم تدميره وإعادة إرسال الإطار.

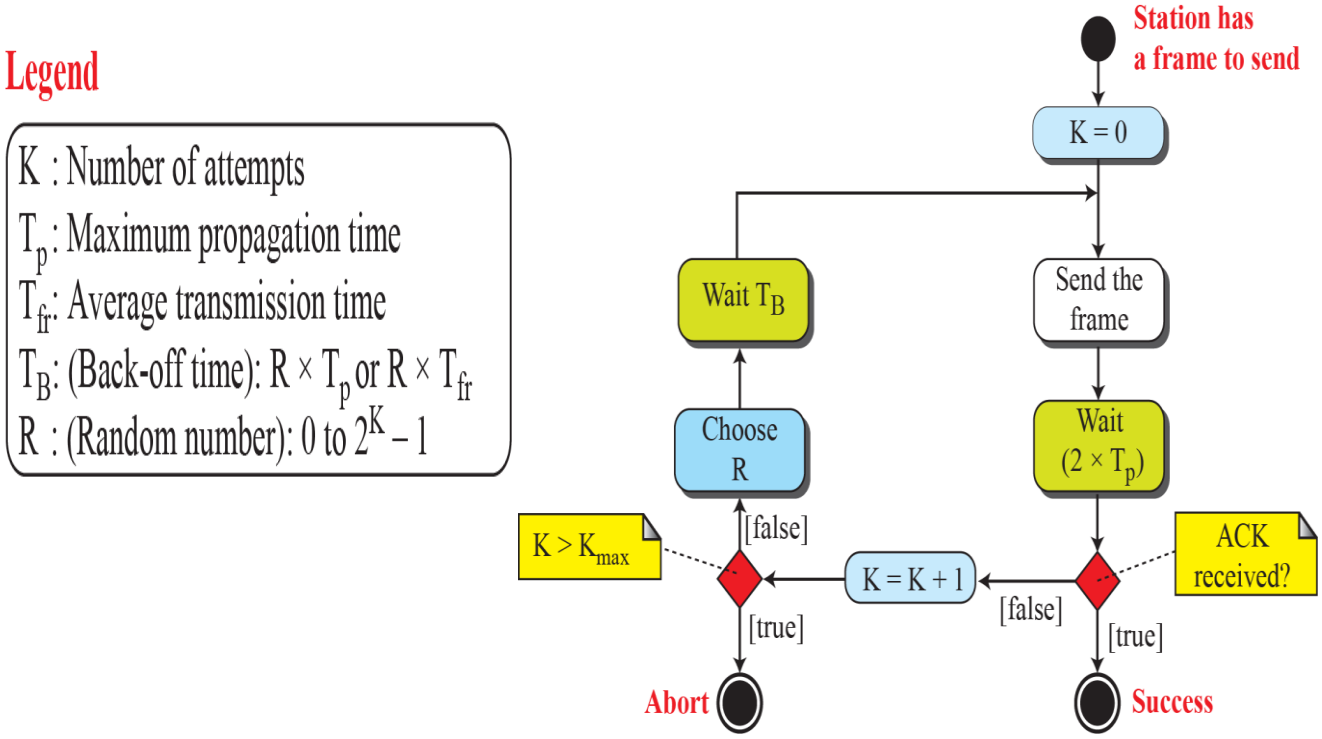
Now if all the stations resends the frames at the same time they **will collide again**, so pure ALOHA has tow methods to avoid this:
First, when time-out period passes each station waits a random amount of time before resending its frame, This will help avoid more collisions, this time called the backoff time TB
Second, After a maximum number of retransmission attempts Kmax, a station

must give up and try later. See next figure 12.3

الآن إذا كانت جميع محطات إعادة إرسال إطارات في الوقت نفسه أنها سوف تصطدم مرة أخرى، ونقية جدا
الوها ديه طرق سحب لتجنب هذا:
أولا، عندما تمر فترة المهلة كل محطة ينتظر كمية عشوائية من الوقت قبل إعادة إرسال إطاره، وهذا سوف يساعد على تجنب المزيد من حوادث الاصطدام، وهذه المرة ودعا في الوقت السل التراجع
الثانية، وبعد عدد ممكن من إعادة الإرسال يحاول Kmax، محطة يجب أن تتخلى عن والمحاولة لاحقا. انظر الشكل التالي ١٢,٣

The stations on a wireless ALOHA network are a maximumof 600 km apart. If we assume that signals propagate at

Figure 12.3: Procedure for pure ALOHA protocol



The time-out period is equal to the maximum possible round-trip propagation delay, which is twice the amount of time required to send a frame between the two most widely separated stations ($2 \times T_p$). The backoff time T_B is a random value that normally depends on K (the number of attempted unsuccessful transmissions). The formula for T_B depends on the implementation. One common formula is the ***binary exponential backoff***. In this method, for each retransmission, a multiplier $R = 0$ to $2^K - 1$ is randomly chosen and multiplied by T_p (maximum propagation time) or T_{fr} (the average time required to send out a frame) to find T_B. Note that in this procedure, the range of the random numbers increases after each collision. The value of K_{max} is usually chosen as 15.

فترة المهلة تساوي الحد الأقصى الممكن تأخير ذهابا وإيابا نشر، وهو ضعف مقدار الوقت اللازم لإرسال الإطار بين اثنين من محطات فصل على نطاق واسع (٢ .(TP × السل وقت التراجع هو القيمة العشوائية التي تعتمد عادة على) K عدد الإرسالات الفاشلة محاولة).
الصيغة لمكافحة السل تعتمد على التنفيذ. واحد صيغة مشتركة هي التراجع الهائل ثنائي. في هذه الطريقة، لكل إعادة الإرسال، و R مضاعف ٠-٢ ١ يتم اختياره عشوائيا و MUL tipliedبواسطة) TP الحد الأقصى للوقت نشر) أو معدل الخصوبة الإجمالي (متوسط الوقت اللازم لارسال الإطار) للعثور على السل. لاحظ أن في هذا الإجراء، ومجموعة من أرقام عشوائية يزيد بعد كل تصادم. عادة ما يتم اختيار قيمة K من ١٥

Example 12. 1

The stations on a wireless ALOHA network are a maximum of 600 km apart. If we assume that signals propagate at
3×10^8 m/s, we find $T_p = (600 \times 10^3) / (3 \times 10^8) = 2$ ms. For
K = 2, the range of R is {0, 1, 2, 3}. This means that T_B can be 0, 2, 4, or 6 ms, based on the outcome of the random variable R.

من الشكل ١٢-٣ نطلع قانون R

محطات على شبكة الوها اللاسلكية كحد أقصى من
٦٠٠ كيلومتر عن بعضها البعض. وإذا افترضنا أن إشارات
تنتشر في٣ × ١٠٨ م / ث،
نجد TP = (٦٠٠ × ١٠٣) / (٣ × ١٠٨) = ٢ مللي ثانية.
إلى عن علىk = ٢، ومجموعة من R هو {٠، ١، ٢، ٣}.
وهذا يعني أن السل تكون ٠، ٢، ٤ أو ٦ مللي ثانية، استنادا إلى نتائج عشوائي متغير R.

الزمن =

المسافه على السرعه

سرعة الضوء (3 × 108)

Tp

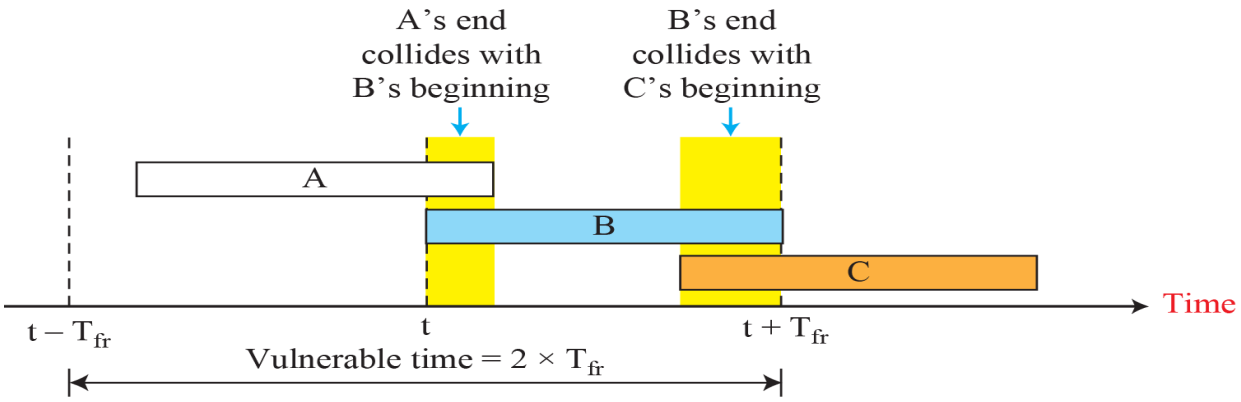
زمن

الانتشار

بعد مانطلع قيمة TB نضربها

في قيم R

Figure 12.4: Vulnerable time for pure ALOHA protocol



Vulnerable time هومجال زمني اللي يكون فيه احتمالية التصادم وهذا الزمن يختلف من برتكول لاخر

نلاحظ انو في نهاية الفريم A فيه تصادم مع بداية الفريم B وأيضا نهاية الفريم B مع بداية الفريم C

Station B starts to send a frame at time t. Now imagine station A has started to send its frame after $t - T_{fr}$. This leads to a collision between the frames from station B and station A. On the other hand, suppose that station C starts to send a frame before time $t + T_{fr}$. Here, there is also a collision between frames from station B and station C.

Looking at Figure 12.4, we see that the vulnerable time during which a collision may occur in pure ALOHA is 2 times the frame transmission time.

$$\text{Pure ALOHA vulnerable time} = 2 \times T_{fr}$$

صفحه ٦ يبدأ محطة B لإرسال إطار في الوقت .t الآن تخيل محطة بدأت ولإرسال إطاره بعد -T معدل الخصوبة الإجمالي. وهذا يؤدي إلى وقوع تصادم بين الإطارات من محطة B ومحطة أ. من ناحية أخرى، لنفترض أن محطة C يبدأ في إرسال الإطار قبل الوقت + t تير هنا، وهناك أيضا التصادم بين الإطارات من محطة باء وجيم محطة التطلع في الشكل ١٢,٤، ونحن نرى أن الوقت عرضة خلالها قد يحدث تصادم في الوها النقي هو ٢ مرات وقت الإرسال الإطار. النقي الوها الوقت عرضة ٢ × التلفزيون

Example 12.2

A pure ALOHA network transmits 200-bit frames on a shared channel of 200 kbps. What is the requirement to make this frame collision-free?

Solution

لازم احسب Vulnerable time اللي فائدته يقلل التصادم
المسافه على السرعه= T_{fr}

Average frame transmission time T_{fr} is 200 bits/200 kbps or 1ms. The vulnerable time is 2 ×1 ms = 2 ms. This means no station should send later than 1 ms before this station starts transmission and no station should start sending during the period (1 ms) that this station is sending

شبكة الوها نقية ينقل إطارات ٢٠٠ بت على قناة مشتركة من ٢٠٠ كيلو بايت في الثانية. ما هو شرط لجعل هذا الإطار خالية من الاصطدام؟

الحل

متوسط وقت الإرسال إطار معدل الخصوبة الإجمالي هو ٢٠٠ بت / ٢٠٠ كيلو بايت في الثانية أو ١MS. الوقت الضعفاء ٢ × ١ مللي ثانية = ٢ مللي ثانية. هذا يعني عدم وجود محطة يجب ان ترسل في وقت لاحق من ١ مللي ثانية قبل هذه المحطة يبدأ الإرسال وليس محطة وينبغي أن تبدأ بإرسال خلال الفترة (١ مللي) أن هذه المحطة يرسل

Example 12. 3

The throughput for pure ALOHA is $S = G \times e^{-2G}$.
The maximum throughput $S_{max} = 1/(2e) = 0.184$ when $G = (1/2)$.

١-G هي العدد الوسطي لل frame المولده في system خلال زمن ارسال frame1

٢- نعرف $S=G* e^{-2G}$

٣- throuput =عد دالفريمز * S في المثال اعطاني طول الفريم =٢٠٠بت واعطاني السرعه ٢٠٠كيلوبت بيرسكند * الزمن =الطول على السرعه

Example 12.3

A pure ALOHA network transmits 200-bit frames on a shared channel of 200 kbps. What is the throughput if the system (all stations together) produces

a. 1000 frames per second?
b. 500 frames per second?
c. 250 frames per second?

Solution

The frame transmission time is 200/200 kbps or 1 ms.

a. If the system creates 1000 frames per second, or 1 frame per millisecond, then $G = 1$. In this case $S = G \times e^{-2G} = 0.135$ (13.5 percent). This means that the throughput is $1000 \times 0.135 = 135$ frames. Only 135 frames out of 1000 will probably survive.

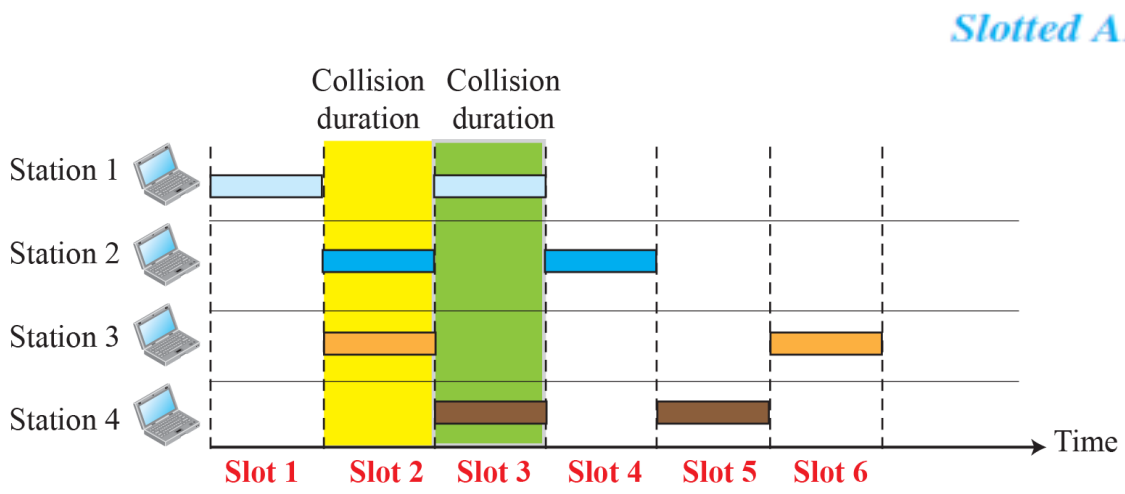
b. If the system creates 500 frames per second, or 1/2 frames per millisecond, then $G = 1/2$. In this case $S = G \times e^{-2G} = 0.184$ (18.4 percent). This means that the throughput is $500 \times 0.184 = 92$ and that only 92 frames out of 500 will probably survive. Note that this is the *maximum* throughput case, percentagewise.

c. If the system creates 250 frames per second, or 1/4 frames per millisecond, then $G = 1/4$. In this case $S = G \times e^{-2G} = 0.152$ (15.2 percent). This means that the throughput is $250 \times 0.152 = 38$. Only 38 frames out of 250 will probably survive.

.

نقية الوها شبكة ينقل ٢٠ oبعض الشيء إطارات على قناة مشتركة من ٢٠٠ كيلو بايت في الثانية. ما هو الإنتاجية إذا كان نظام(جميع محطات معا)
تنتج. ١٠٠٠ إطار في الثانية؟
ب. ٥٠٠ إطار في الثانية؟
ج. ٢٥٠ إطار في الثانية؟
الحل الإطار وقت الإرسال هو ٢٠٠/ ٢٠٠ كيلو بايت في الثانية أو ١ مللي.
أ. إذا كان ينشئ النظام ١٠٠٠ framcs في الثانية، أو ١ الإطار في ميلي ثانية. ثم .1 -G في هذه الحالة ل G -س البريد ٢٠ س.
١٣٥(٣. ٥ في المئة). هذا يعني أن الإنتاجية هو ١٠٠٠ س س. ١٣٥ م ١٣٥ إطارات. فقط ١٣٥ إطارات من lo00 من المحتمل أن البقاء على قيد الحياة.
ب. إذا كان ينشئ النظام ٥٠٠ إطار في الثانية. أو ١/ ٢ إطار في ميلي ثانية، ثم 2 /1 G في هذه الحالة المتحدة G س البريد ٢ Gس.
١٨٤(١٨. ٤ في المئة). هذا يعني أن الإنتاجية هو ٥٠٠ س ٠,١٨٤ ٩٢ وأن فقط ٩٢ إطارات من ٥٠٠ من المحتمل أن البقاء على قيد الحياة. ملاحظة أن هذا هو الحد الأقصى من الناتج الحالة.percentagewise ,
ج. و النظام يخلق ٢٥٠ إطار في الثانية، ١/ ٤ إطار في ميلي ثانية، ثم .4 /1 G في هذا ل أو هذا يعني أن الإنتاجية هو حالة Gx البريد ٢٠ ،. ١٥٢(١٥. ٢ في المئة). ٢٥٠. 38. 152 0.xفقط ٣٨ إطارات من ٢٥٠ من المحتمل أن البقاء على قيد الحيا

Figure 12.5: Frames in a slotted ALOHA network

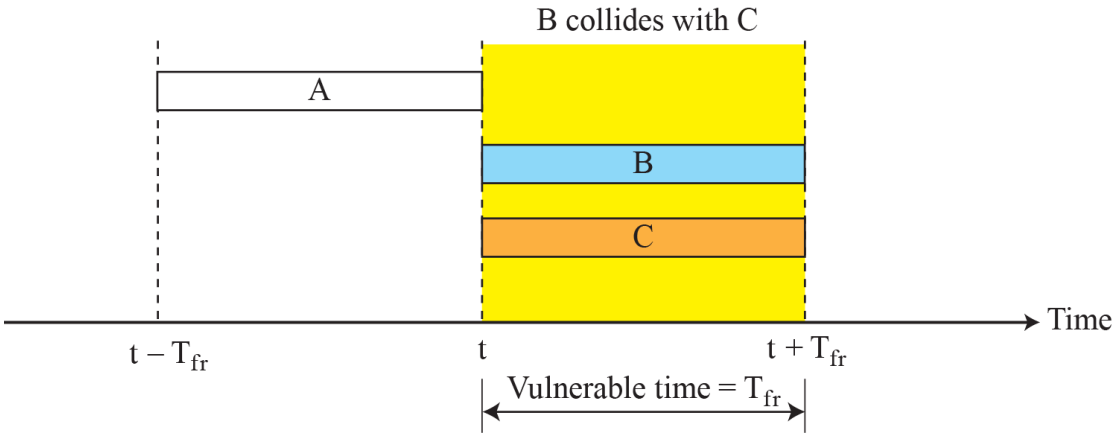


In **slotted ALOHA** we divide the time into slots of T_{fr} seconds and force the station to send only at the beginning of the time slot. Figure 12.5 shows an example of frame collisions in slotted ALOHA.

Because a station is allowed to send only at the beginning of the synchronized time slot, if a station misses this moment, it must wait until the beginning of the next time slot. This means that the station which started at the beginning of this slot has already finished sending its frame. Of course, there is still the possibility of collision if two stations try to send at the beginning of the same time slot. However, the vulnerable time is now reduced to one-half, equal to T_{fr}. Figure 12.6 shows the situation.

في الوها فترة زمنية محددة نقسم الوقت إلى فتحات من معدل الخصوبة الإجمالي ثانية، وإجبار محطة لإرسال فقط في بداية الفترة الزمنية. ويبين الشكل ١٢,٥ مثال اصطدام الإطار في الوها فترة زمنية محددة. لأنه يسمح للمحطة لإرسال فقط في بداية الفترة الزمنية متزامنة، إذا كان محطة يفتقد هذه اللحظة، فإنه يجب الانتظار حتى بداية الفترة الزمنية القادمة. وهذا يعني أن المحطة التي بدأت في بداية هذه الفتحة بالفعل الانتهاء يرسل إطاره. بالطبع، لا يزال هناك احتمال الاصطدام إذا حاول محطتين لإرسال في بداية الفترة الزمنية نفسها. ومع ذلك، فإن الوقت عرضة ينخفض الآن إلى نصف واحد، أي ما يعادل معدل الخصوبة الإجمالي الشكل ١٢,٦ يوضح الوضع.

Figure 12.6: Vulnerable time for slotted ALOHA protocol



T_{fr} =***Vulnerable time*** المجال الزمني يختلف من برتكول لبرتكول اخر وهنا

Slotted ALOHA vulnerable time = T_{fr}

The throughput for slotted ALOHA is $S = G \times e^{-G}$.
The maximum throughput $S_{max} = 0.368$ when $G = 1$.

Example 12. 4

نفس المثال ١٢-٣ بس الاختلاف في **slotted ALOHA** انه $S=G*e^{-G}$ وان الماكسميم لما تكون G=1

Example 12.4

A slotted ALOHA network transmits 200-bit frames using a shared channel with a 200-kbps bandwidth. Find the throughput if the system (all stations together) produces

a. 1000 frames per second.
b. 500 frames per second.
c. 250 frames per second.

Solution

This situation is similar to the previous exercise except that the network is using slotted ALOHA instead of pure ALOHA. The frame transmission time is 200/200 kbps or 1 ms.

a. In this case G is 1. So $S = G \times e^{-G} = 0.368$ (36.8 percent). This means that the throughput is $1000 \times 0.0368 = 368$ frames. Only 368 out of 1000 frames will probably survive. Note that this is the maximum throughput case, percentagewise.
b. Here G is 1/2. In this case $S = G \times e^{-G} = 0.303$ (30.3 percent). This means that the throughput is $500 \times 0.0303 = 151$. Only 151 frames out of 500 will probably survive.
c. Now G is 1/4. In this case $S = G \times e^{-G} = 0.195$ (19.5 percent). This means that the throughput is $250 \times 0.195 = 49$. Only 49 frames out of 250 will probably survive.

12.12.2 CSMA

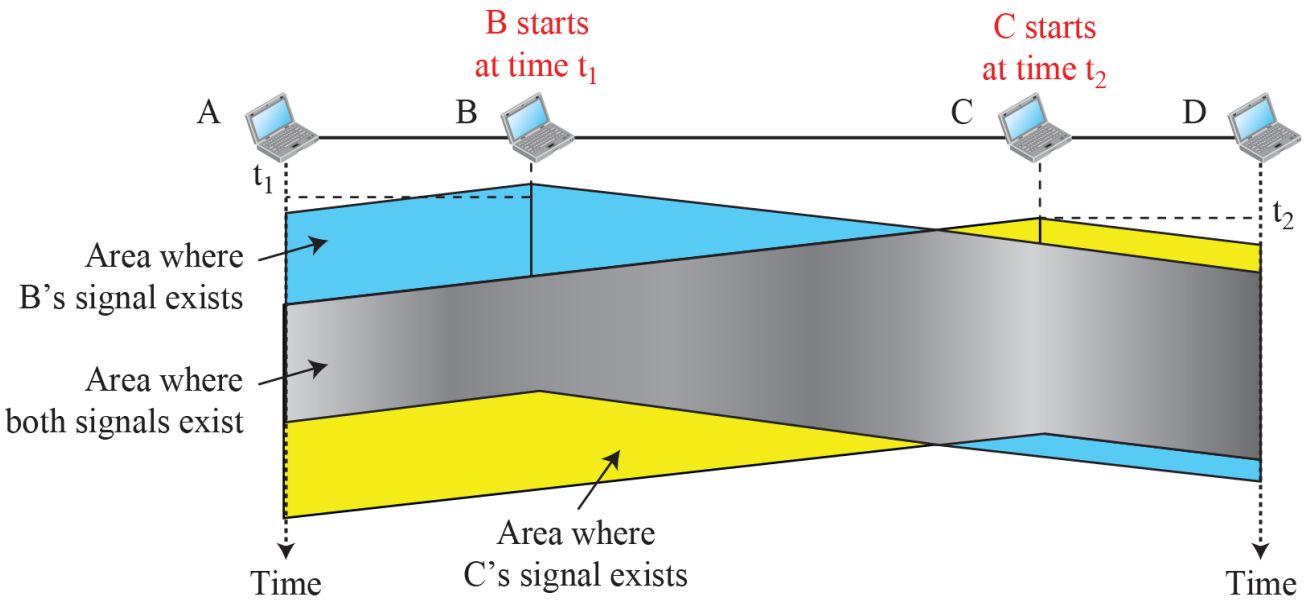
To minimize the **chance of collision** and, therefore, increase the performance, the CSMA method was developed. The chance of collision can be reduced if a station senses the medium before trying to use it. **Carrier sense multiple access (CSMA)** **requires that each station first listen to the medium** (or check the state of the medium) before sending. In other words, CSMA is based on the principle “sense before transmit ” or “listen before talk".

لتقليل فرصة حدوث تصادم ولكن لاتنهيه، وبالتالي زيادة الأداء، تم تطوير طريقة CSMA. ويمكن تخفيض فرصة الاصطدام إذا كان محطة الحواس المتوسط قبل محاولة استخدامها. الناقل بمعنى الوصول المتعدد (CSMA)
يتطلب أن كل محطة الاستماع أولا إلى وسيلة (أو الاختيار حالة متوسطة) قبل إرسال. وبعبارة أخرى، يقوم CSMA على حاسة مبدأ "قبل الإرسال"أو" الاستماع قبل الكلام ".

CSMA can **reduce the possibility of collision, but it cannot eliminate it. because of propagation delay;** when a station sends a frame, it still takes time for the first bit to reach every station to sense it. In other words, a station may sense the medium and find it idle, only because the first bit sent by another station has not yet been received. Figure 12.7

يمكن أن تقلل من احتمال حدوث تصادم، ولكن لا يمكن القضاء عليه. بسبب تأخير نشر. عندما يرسل محطة إطار، فإنه لا يزال يستغرق وقتا طويلا لبت الأول للوصول إلى كل محطة على الإحساس به. وبعبارة أخرى، محطة قد يشعر المتوسط وتجد أنه من الخمول، فقط لأن بت الأول أرسلت من قبل محطة أخرى لم ترد حتى الآن. الرقم ١٢,٧

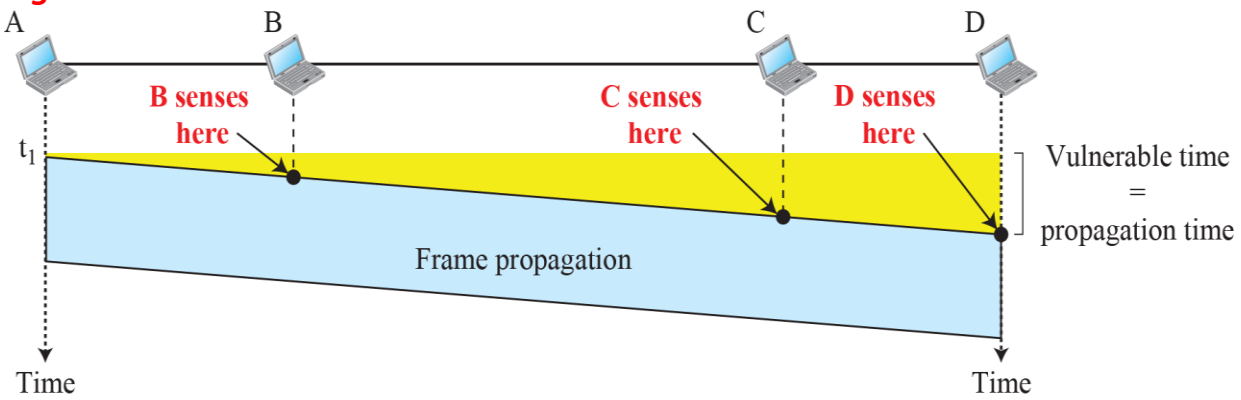
Figure 12.7: Space/time model of a collision in CSMA



At time t_1, station B senses the medium and finds it idle, so it sends a frame. At time t_2 ($t_2 > t_1$), station C senses the medium and finds it idle because, at this time, the first bits from station B have not reached station C. Station C also sends a frame. The two signals collide and both frames are destroyed.

في الوقت منظمة الشفافية الدولية، محطة Bتستشعر المتوسطة ويجد لها عاطلة، لذلك يرسل الإطار. في آر الوقت (ر منظمة الشفافية الدولية)، محطة سي الحواس على المديين المتوسط ويجد من الخمول بسبب ومحطة في هذا الوقت، بت الأولى من محطة B لم تصل جيم محطة C أيضا يرسل الإطار. إشارات اثنين وتصطدم يتم تدمير كل من الإطارات.

Figure 12.8: Vulnerable time in CSMA

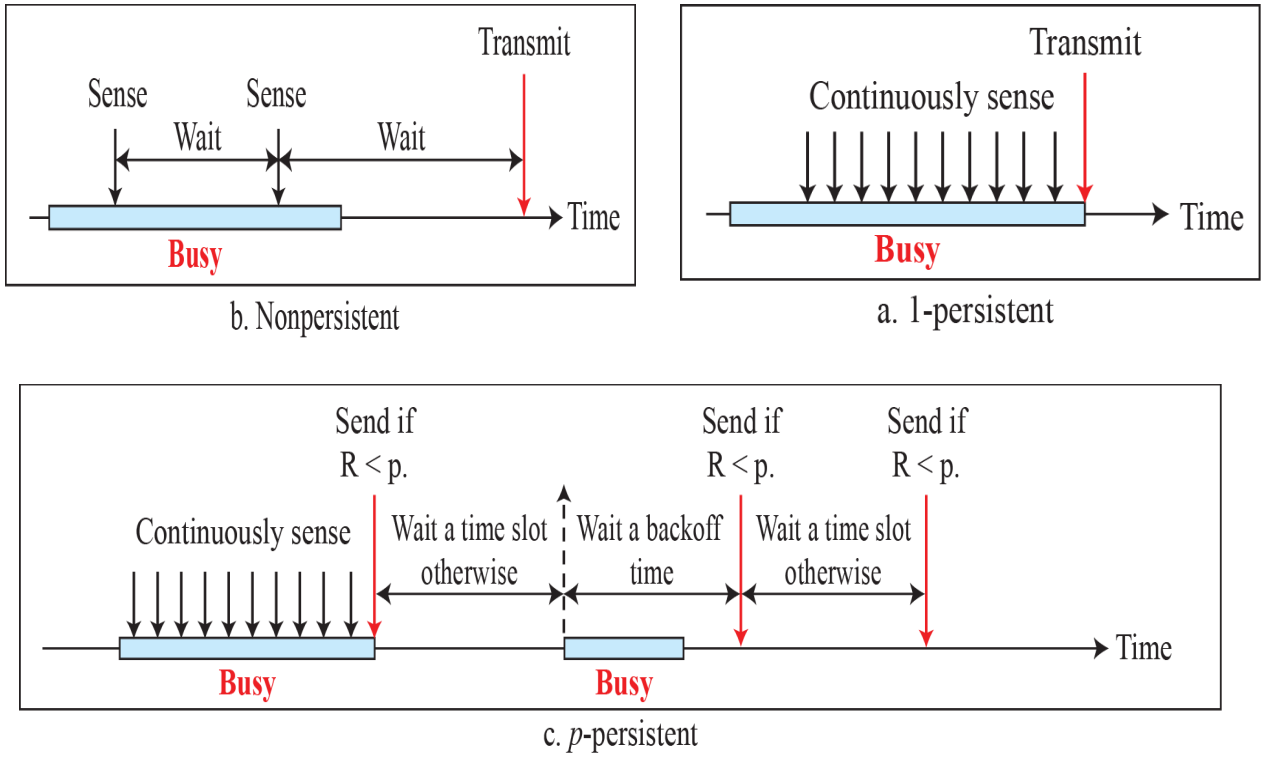


Vulnerable Time

The vulnerable time for CSMA is the ***propagation time*** T_p. This is the time needed for a signal to propagate from one end of the medium to the other. When a station sends a frame and any other station tries to send a frame during this time, a collision will result. But if the first bit of the frame reaches the end of the medium, every station will already have heard the bit and will refrain from sending. Figure 12.8 shows the worst case. The leftmost station, A, sends a frame at time t_1, which reaches the rightmost station, D, at time $t_1 + T_p$. The gray area shows the vulnerable area in time and space.

الوقت عرضة الساعة عرضة لل CSMAهو TP زمن الانتشار. هذا هو الوقت اللازم للإشارة إلى نشر من طرف واحد من وسيلة إلى أخرى. عندما يرسل محطة إطار ويحاول أي محطة أخرى لإرسال إطار خلال هذا الوقت، فإن الاصطدام نتيجة. ولكن إذا كان الشيء الأول من الإطار تصل إلى نهاية المتوسط، في كل محطة وبالفعل سمعت بت وسوف تمتنع عن إرسال. ويبين الشكل ١٢,٨ في أسوأ الحالات. في أقصى اليسار محطة، A، يرسل إطار في منظمة الشفافية الدولية الزمن، والتي تصل إلى محطة أقصى اليمين، D، في وقت تي .TP معارض المنطقة الرمادية والمستضعفين في الزمان والمكان

Figure 12.9: Behavior of three persistence methods

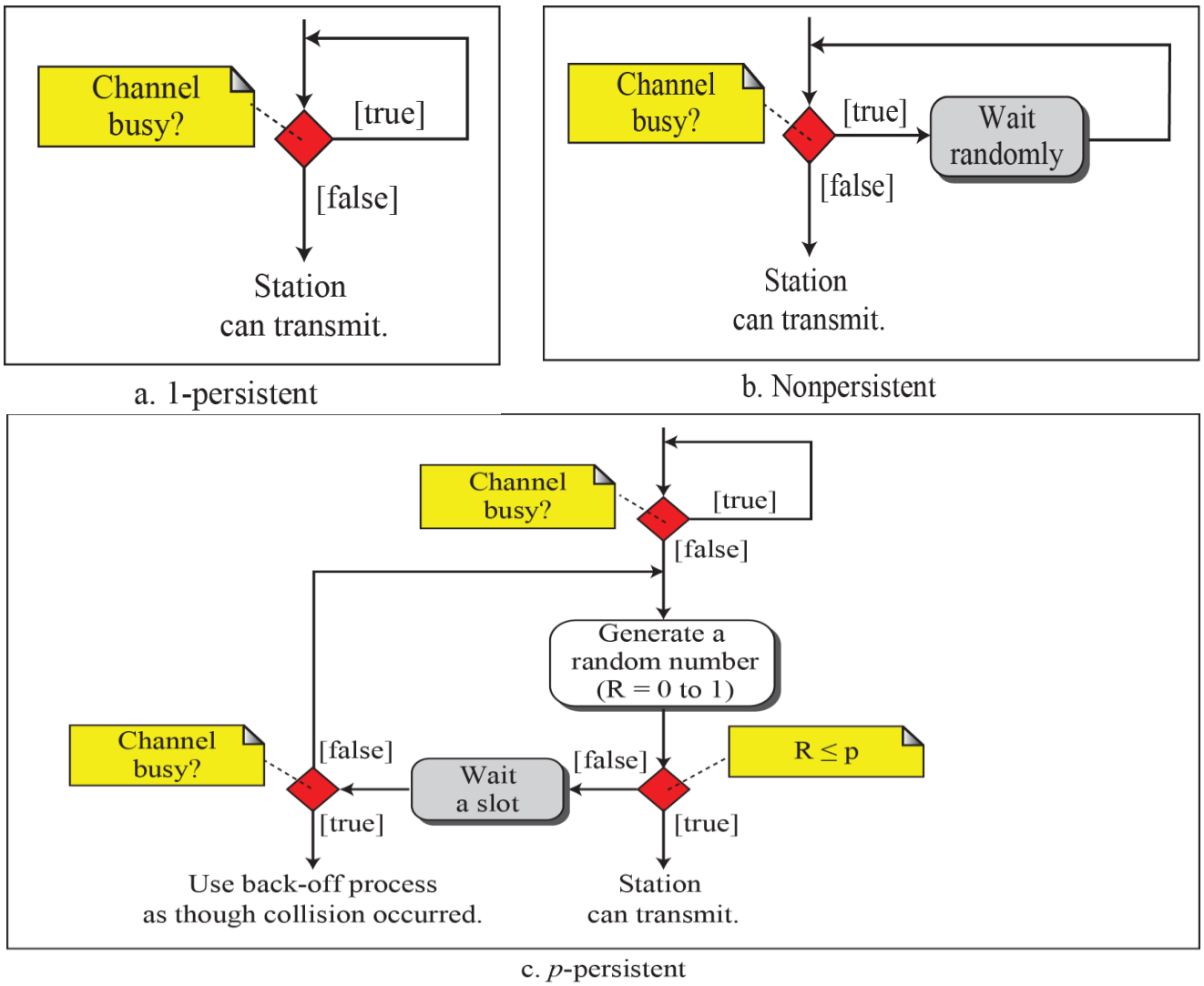


Persistence Methods

What should a station do if the channel is busy? What should a station do if the channel is idle? Three methods have been devised to answer these questions: the **1-persistent method,** the **nonpersistent method,** and the ***p*-persistent method.** Figure 12.9 shows the behavior of three persistence methods when a station finds a channel busy.

طرق استمرار ما الذي يجب أن تفعله محطة إذا كانت القناة مشغولة؟ ما الذي يجب أن تفعله محطة إذا كانت القناة خاملة؟ وقد وضعت ثلاث طرق للإجابة عن هذه الأسئلة: طريقة ١-استمرار، وطريقة غير المستديم، وطريقة ف المستمر. ويبين الشكل ١٢,٩ سلوك ثلاث طرق استمرار عندما تجد محطة قناة مشغول

Figure 12.10: Flow diagram for three persistence methods



a. 1-persistent

b. Nonpersistent

c. *p*-persistent

1-Persistent method

It is simple and straightforward. The station finds the line idle then sends its frame immediately (with probability 1). This method has the highest chance of collision because two or more stations may find the line idle and send their frames immediately. Ethernet uses this method.

1طريقة المستمر وبسيط ومباشر. وجدت محطة خط خاملا ثم يرسل إطاره مباشرة (مع احتمال ١). هذه الطريقة لديها أعلى فرصة للتصادم لاثنين أو أكثر من محطة قد تجد خط الخمول وإرسال إطارات على الفور. تستخدم إيثرنت هذا الأسلوب

2-Nonpersistent method

a station that has a frame to send senses the line. If the line is idle, it sends immediately. If the line is not idle, it waits a random amount of time and then senses the line again. This method reduces the chance of collision because it is unlikely that two or more stations will wait the same amount of time and retry to send at the same time. However, this method reduces the efficiency of the

network because the medium remains idle when there may be stations with frames to send.

٢-طريقة غير المستديم محطة التي لديها إطار لإرسال الحواس الخط. إذا كان الخط خاملا، فإنه يرسل على الفور. إذا كان الخط غير الخمول، فإنه ينتظر كمية عشوائية من الزمن ثم تستشعر الخط مرة أخرى. هذا الأسلوب يقلل من فرصة الاصطدام لأنه من غير المرجح أن اثنين أو أكثر من محطات سينتظر نفس مقدار الوقت وإعادة المحاولة لإرسال في نفس الوقت. ومع ذلك، هذا الاسلوب يقلل من كفاءة الشبكه لأن البوتاسيوم يبقى خاملا عندما قد يكون هناك محطات مع إطارات للإرسال.

3-p-Persistent method

It is used if the channel has time slots with a slot duration equal to or greater than the maximum propagation time. This method combines the advantages of the other two strategies. It reduces the chance of collision and improves efficiency. In this method, after the station finds the line idle it follows these steps:
With probability p, the station sends its frame.
With probability q = 1 − p, the station waits for the beginning of the next time slot and checks the line again.

a. If the line is idle, it goes to step 1.
b. If it is busy, it acts as a collision has occurred and uses the backoff procedure.

٣-يتم استخدامه إذا كانت القناة لديها فتحات الوقت مع مدة فتحة مساوية أو أكبر من الحد الأقصى للزمن الانتشار. هذا الأسلوب يجمع بين مزايا اثنين من الاستراتيجيات الأخرى. أنه يقلل من فرصة حدوث تصادم ويحسن كفاءة. في هذه الطريقة، وبعد وجدت محطة خط خاملا فإنه يتبع هذه الخطوات: مع احتمالp ، ومحطة يرسل إطاره. مع احتمال ف ١ ف، محطة ينتظر بداية the.r فتحة وقت المقبلة ويتحقق الخط مرة أخرى. ا. إذا كان الخط خاملا، فإنه يذهب إلى الخطوة ١. ب. إذا كان مشغولا، انها بمثابة الاصطدام حدث ويستخدم الإجراء التراجع

12.1.3.CSMA/CD

The CSMA method does not specify the procedure following a collision. Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) augments the algorithm to handle the collision

طريقة CSMA لا يحدد الإجراء التالي لتصادم. الناقل بمعنى وصول متعددة مع كشف التصادم (CD / CSMA) تقوي الخوارزمية لمعالجة الاصطدام

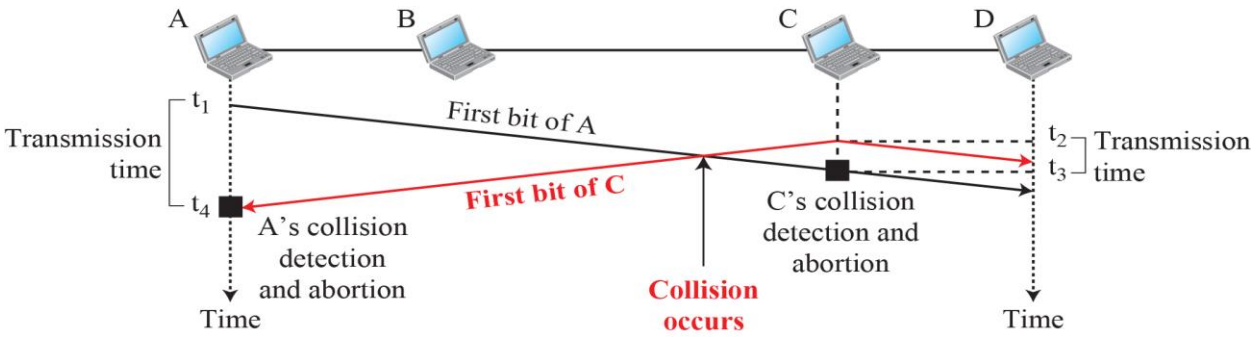
In this method, a station monitors the medium after it sends a frame to see if the transmission was successful. If so, the station is finished. If, however, there is a collision, the frame is sent again

في هذه الطريقة، ومحطة تراقب المتوسطة بعد أن يرسل إطار لمعرفة ما إذا كان انتقال ناجحة. إذا كان الأمر كذلك، المحطة تم الانتهاء من. إذا، ومع ذلك، هناك تصادم، يتم إرسال إطار جديد.

To better understand CSMA/CD, let us look at the first bits transmitted by the two stations involved in the collision. Although each station continues to send bits in the frame until it detects the collision, we show what happens as the first bits collide. In Figure 12.11
stations A and C are involved in the collision

من أجل فهم أفضل CSMA / CD، دعونا نلقي نظرة على البتات الأولى ينتقل عن طريق اثنين من المحطات المشاركة في الاصطدام. برغم من وتستمر كل محطة لإرسال بت في الإطار حتى يكشف التصادم، وتبين لنا ما يحدث عندما تصطدم بت الأولى. في الشكل ١٢,١١ ومحطات A و C هي تشارك في الاصطدام

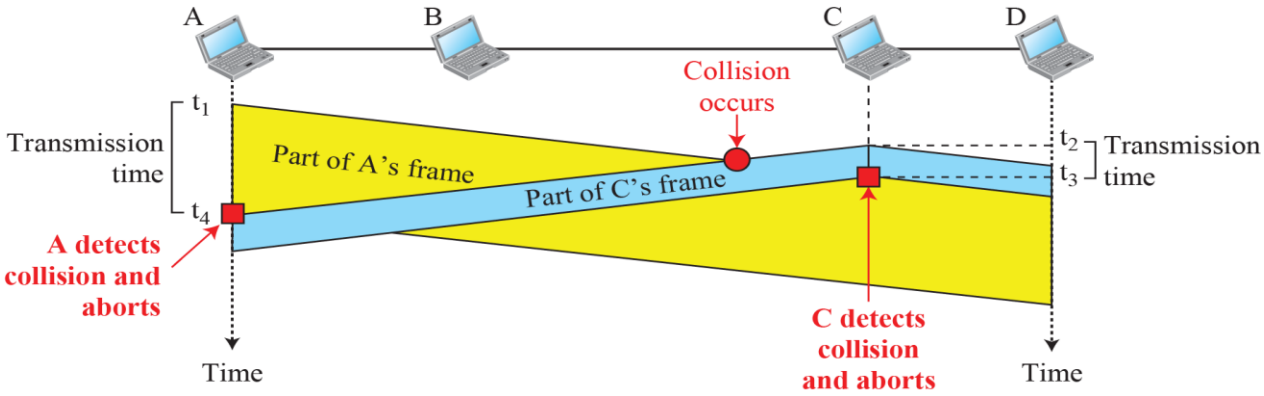
Figure 12.11: Collision of the first bits in CSMA/CD



At time t_1, station A has executed its persistence procedure and starts sending the bits of its frame. At time t_2, station C has not yet sensed the first bit sent by A. Station C executes its persistence procedure and starts sending the bits in its frame, which propagate both to the left and to the right. The collision occurs sometime after time t_2. Station C detects a collision at time t_3 when it receives the first bit of A's frame. Station C immediately (or after a short time, but we assume immediately) aborts transmission. Station A detects collision at time t_4 when it receives the first bit of C's frame; it also immediately aborts transmission. Looking at the figure, we see that A transmits for the duration $t_4 - t_1$; C transmits for the duration $t_3 - t_2$.

في الوقت منظمة الشفافية الدولية، ومحطة ونفذت إجراءات ثباته ويبدأ بإرسال أجزاء من إطاره. في الوقتT2 ، ومحطة C لا لمست بعد بت الأول أرسلت بواسطة .A محطة C ينفذ الإجراء ثباته ويبدأ إرسال البتات في إطاره، الذي نشر على حد سواء إلى اليسار وإلى اليمين. اصطدام يحدث بعض الوقت بعد الوقت .T2 محطة C بالكشف عن تصادم في الوقت t عندما يتلقى بت الأول الإطار أ. محطة C مباشرة (أو بعد فترة زمنية قصيرة، ولكننا نفترض (IMME diately إحباط نقل. مقصورة بالكشف عن اصطدام في وقت T4 عندما يتلقى بت الأول الإطارC ؛ و أيضا إحباط نقل على الفور. وعند النظر إلى الرقم، ونحن نرى أن هناك ينقل لمنظمة الشفافية الدولية مدة ٤ C ينقل لمدة

Figure 12.12: Collision and abortion in CSMA/CD



Example 12. 5

Minimum Frame Size

For CSMA/CD to work, we need a restriction on the frame size. Before sending the last bit of the frame, the sending station must detect a collision, if any, and abort the transmission because the station, once the entire frame is sent, does not keep a copy of the frame and does not monitor the line for collision detection. Therefore, the frame transmission time Tfr must be at least two times the maximum propagation time Tp.

Example 12.5

A network using CSMA/CD has a bandwidth of 10 Mbps. If the maximum propagation time (including the delays in the devices and ignoring the time needed to send a jamming signal, as we see later) is 25.6 μs, what is the minimum size of the frame?

Solution

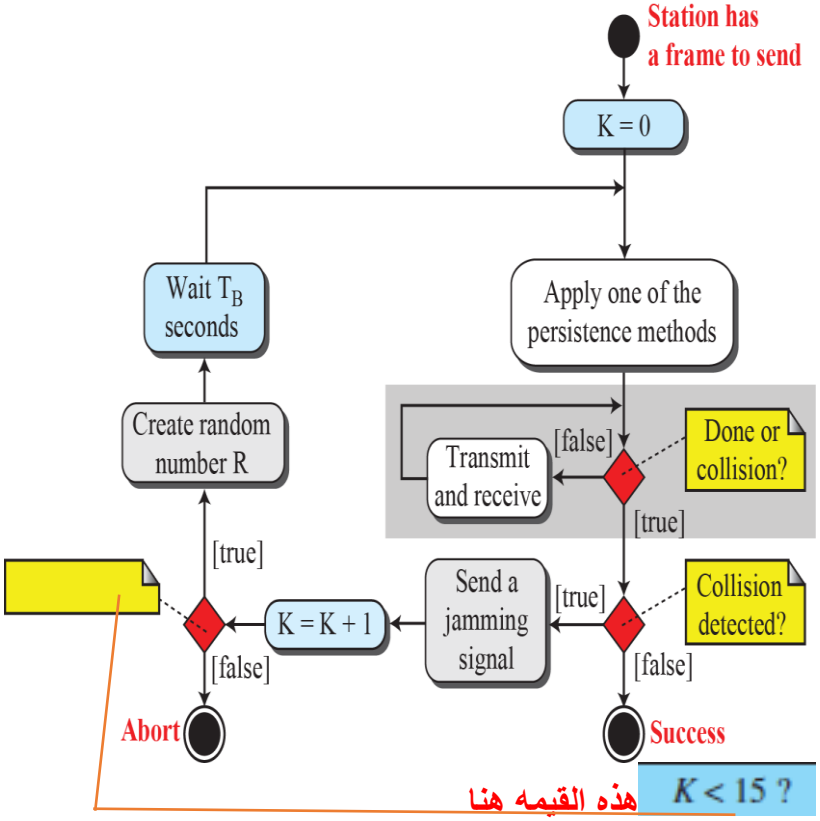
The minimum frame transmission time is $T_{fr} = 2 \times T_p = 51.2$ μs. This means, in the worst case, a station needs to transmit for a period of 51.2 μs to detect the collision. The minimum size of the frame is 10 Mbps × 51.2 μs = 512 bits or 64 bytes. This is actually the minimum size of the frame for Standard Ethernet, as we will see later in the chapter.

السايز للفريم هو الطول = السرعه * الزمن

Figure 12.13: Flow diagram for the CSMA/CD

Legend

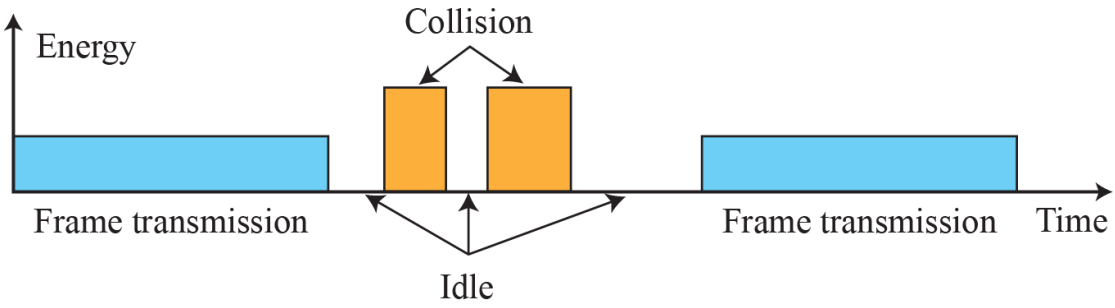
T_{fr}: Frame average transmission time
K : Number of attempts
R : (random number): 0 to $2^K - 1$
T_B: (Back-off time) = R × T_{fr}



flow diagram for CSMA/CD is similar to the one for the ALOHA protocol, but with differences:
first ,is the addition of sense the channel by one of the persistence processes.
Second, is the frame transmission. In ALOHA, transmit the entire frame and then wait for an ack. In CSMA/CD, transmission and collision detection are continuous processes to detect one of two conditions: either transmission is finished or a collision is detected. Either event stops transmission.
Third, is the sending of a short jamming signal to make sure that all other stations become aware of the collision.

تدفق الرسم البياني
لCSMA / CD
مماثلة لتلك التي لبروتوكول الوها، ولكن مع وجود اختلافات: الأول هو إضافة معنى القناة من قبل واحدة من العمليات المثابرة. ثانيا، هو انتقال ، وعمليات النقل وكشف التصادم للكشف عن واحد من اثنين من CSMA / CD في .ACK الإطار. في الوها، نقل الإطار وثم الانتظار لمدة الشروط مستمرة: الانتهاء إما نقل أو تم الكشف عن التصادم. يتوقف إما الحدث الإرسال. ثالثا، هو إرسال إشارة التشويش قصيرة للتأكد من أن جميع المحطات الأخرى تصبح على بينة من الاصطدام

Figure 12.14: Energy level during transmission, idleness, or collision



Energy Level

We can say that the level of energy in a channel can have three values: zero, normal, and abnormal. At the zero level, the channel is idle. At the normal level, a station has successfully captured the channel and is sending its frame. At the abnormal level, there is a collision and the level of the energy is twice the normal level. A station that has a frame to send or is sending a frame needs to monitor the energy level to determine if the channel is idle, busy, or in collision mode. Figure 12.14 shows the situation.

مستوى الطاقة ويمكن القول أن مستوى الطاقة في قناة يمكن أن يكون ثلاث قيم: الصفر، طبيعية، وغير طبيعية. في مستوى الصفر، قناة خاملا. في المستوى الطبيعي، محطة قد استولت بنجاح القناة ويرسل إطاره أي تي تي إتش مستوى غير طبيعي، هناك تصادم ومستوى الطاقة هو ضعف المستوى الطبيعي. والمحطة التي لديها إطار لإرسال أو يرسل إطار تحتاج لمراقبة مستوى الطاقة لتحديد ما إذا كانت القناة خاملة، مشغول، أو في وضع الاصطدام. ويبين الشكل ١٢,١٤ الوضع.

Throughput and traditional Ethernet

Throughput

The throughput of CSMA/CD is greater than that of pure or slotted ALOHA. The maximum throughput occurs at a different value of G and is based on the persistence method and the value of p in the p-persistent approach. For the 1-persistent method, the maximum throughput is around 50 percent when $G = 1$. For the nonpersistent method, the maximum throughput can go up to 90 percent when G is between 3 and 8.

Traditional Ethernet

One of the LAN protocols that used CSMA/CD is the traditional Ethernet with the data rate of 10 Mbps. We discuss the Ethernet LANs in Chapter 13, but it is good to know that the traditional Ethernet was a broadcast LAN that used the 1-persistence method to control access to the common media. Later versions of Ethernet try to move from CSMA/CD access methods for the reason that we discuss in Chapter 13.

*الإنتاجية من CSMA / CD أكبر من أن من الذهب الخالص أو فترة زمنية محددة الوها تحدث imum الإنتاجية ماكس في قيمة مختلفة من G، ويستند على أسلوب المثابرة وقيمة ص في نهج ف المستمر. للتعرف على طريقة ١-استمرار، وأقصى سرعة نقل حوالي ٥٠ في المئة عندما G أولا للأسلوب غير المستديم، يمكن أن الحد الأقصى للسرعة ترتفع إلى ٩٠ في المئة عندما G هو بين ٣ و ٨.
*إيثرنت التقليدية واحدة من البروتوكولات LAN التي تستخدم CSMA / CD هو إيثرنت التقليدية مع البيانات بمعدل ١٠ ميجابت في الثانية. نناقش الشبكات المحلية Ethernet في الفصل ١٣، ولكن من الجيد أن نعرف أن إيثرنت التقليدية كانت البث LAN التي تستخدم طريقة ل- استمرار للتحكم في الوصول إلى وسائل الإعلام المشترك. أحدث إصدارات إيثرنت محاولة للانتقال من طرق الوصول csMACD ذلك لسبب أن نناقش في الفصل ١٣.

12.12.4 CSMA/CA

Carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA) was invented for wireless networks. Collisions are avoided through the use of CSMA/CA's three strategies:

►the inter frame space (IFS)
► the contention window
►and acknowledgments, as shown in Figure 12.15. We discuss RTS and CTS frames later

اخترع الناقل بمعنى وصول متعددة مع تجنب التصادم (CA / CSMA) للشبكات اللاسلكية. يتم تجنب التصادم من خلال استخدام CSMA / CA لثلاث استراتيجيات:
*مساحة إطار أمور (IFS)،
*نافذة خلاف،
*وشكر وتقدير، كما هو مبين في الشكل ١٢,١٥. نناقش RTS و CTS إطارات في وقت لاحق.

●**Interframe Space (IFS):**
●**First**, collisions are avoided by **deferring** transmission even if the channel is found idle because the station does n't send immediately. It waits for a period of time called the **interframe space or IFS**. Because the channel may appear idle when it is sensed but a distant station may have already started transmitting and it's signal has not yet reached this station. The IFS time allows the front of the transmitted signal by the ،distant station to reach this station. After waiting an IFS time, if the channel is still idle the station can send, but it still needs to wait a time equal to the contention window (described next)

الفضاء إطار أمور (IFS):
أولا، وتجنب الاصطدامات التي نقل تأجيل حتى إذا تم العثور على القناة الخمول لأن المحطة لا يرسل على الفور. ينتظر فترة من الزمن تسمى مساحة interframe أو IFS. لأن القناة قد تظهر الخمول عندما لمست ذلك لكن محطة بعيدة قد بدأت بالفعل نقل وانها إشارة لم يتم بعد وصلت إلى هذه المحطة. الوقت IFS يسمح للأمام الإشارة المرسلة من قبل
محطة بعيدة للوصول إلى هذه المحطة. بعد انتظار وقت IFS، إذا كانت القناة لا تزال عاطلة، المحطة يمكن أن ترسل، لكنه لا يزال يحتاج إلى الانتظار وقتا متساويا إلى إطار الخلاف (يوصف فيما بعد).

- The IFS variable can also be used to **prioritize stations or frame types**. For example a station that is assigned a shorter IFS has a higher priority

ويمكن أيضا أن المتغير IFS أن تستخدم لمحطات أو أنواع إطار الأولويات. فمثلا، محطة أن يتم تعيين IFS أقصر لديها أولوية أعلى.

Figure 12.15: Flow diagram for CSMA/CA

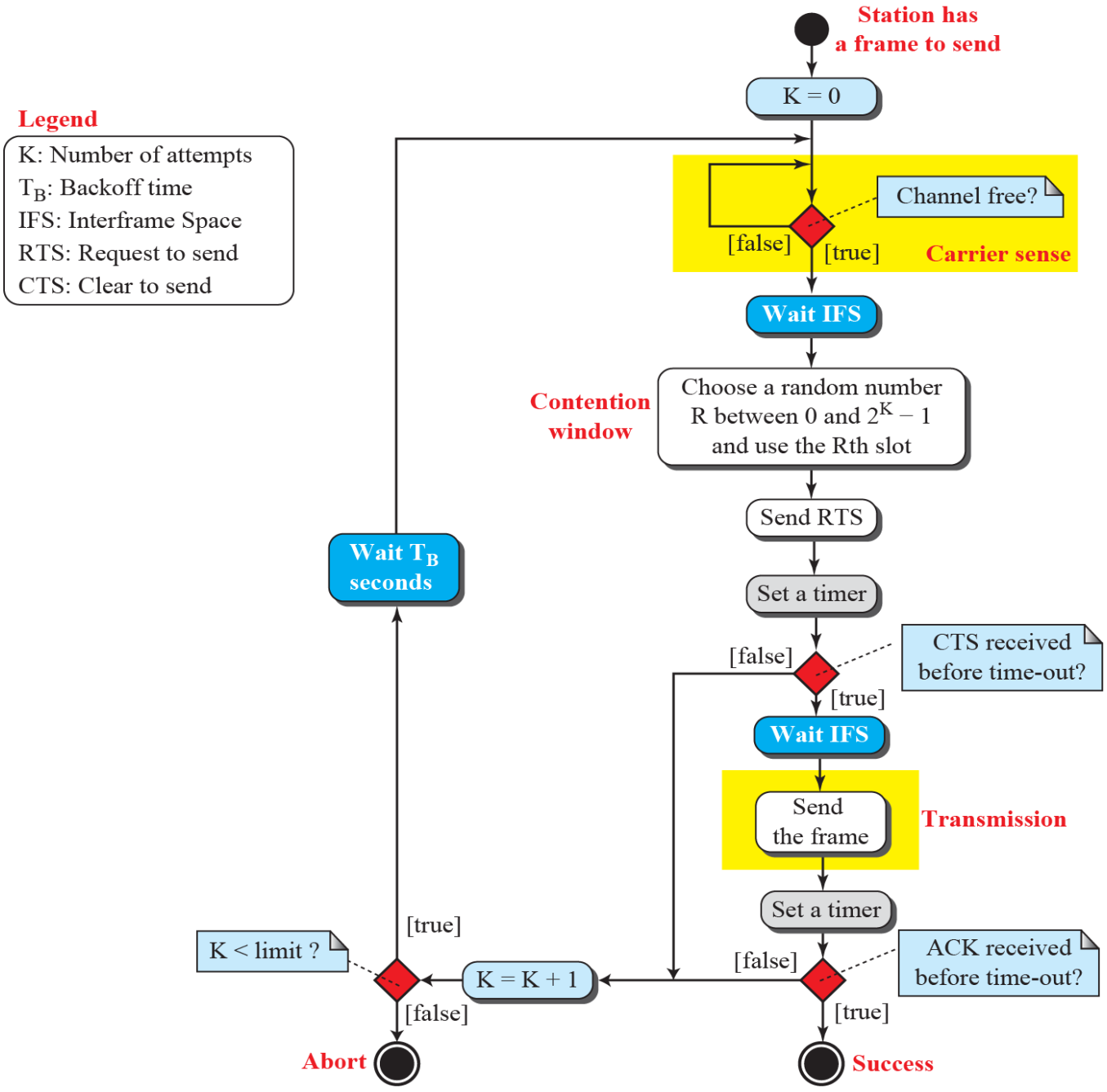
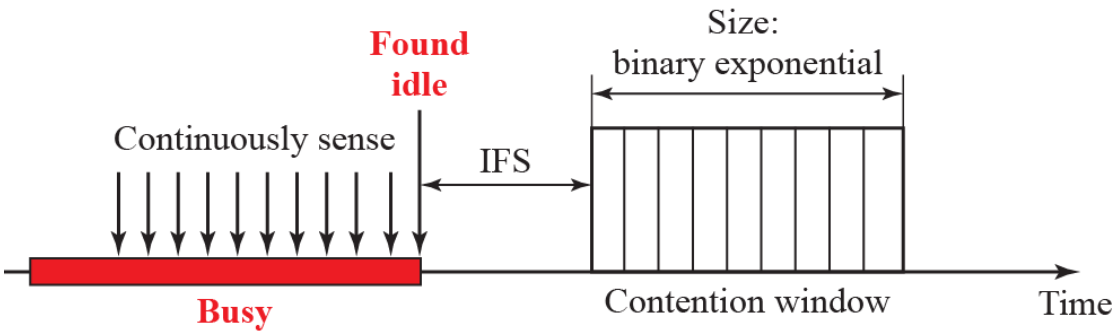


Figure 12.16: Contention window



Contention Window. is an amount of time divided into slots.

A station that is ready to send chooses a random number of slots as its wait time. This number changes according to the binary exponential backoff strategy. This means that it is set to one slot the first time and then doubles each time the station cannot detect an idle channel after the IFS time. This is very similar to the p-persistent method except that a random outcome defines the number of slots taken by the waiting station.

Note : in contention window the station needs to sense the channel after each time slot. If it finds the channel busy, it does not restart the process; it just stops the timer and restarts it when the channel is sensed as idle. This gives priority to the station with the longest waiting time. See Figure 12.16.

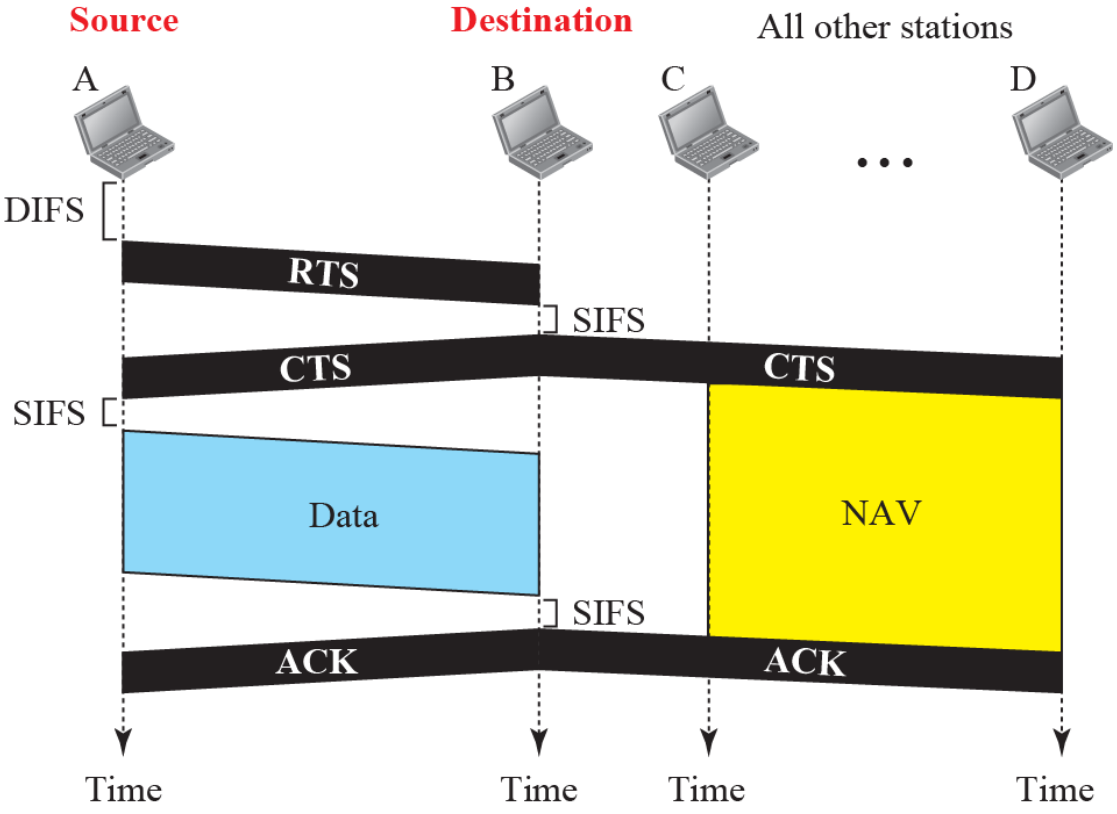
- ***Acknowledgment.*** With all these precautions, there still may be a collision resulting in destroyed data. In addition, the data may be corrupted during the transmission. The positive acknowledgment and the time-out timer can help guarantee that the receiver has received the frame.

Frame Exchange Time Line

Figure 12.17 shows the exchange of data and control frames in time.

1. Before sending a frame, the source station senses the medium by checking the energy level at the carrier frequency.
   a. The channel uses a persistence strategy with backoff until the channel is idle.
   b. After the station is found to be idle, the station waits for a period of time called the ***DCF interframe space (DIFS);*** then the station sends a control frame called the *request to send (RTS).*
2. After receiving the RTS and waiting a period of time called the ***short interframe space (SIFS),*** the destination station sends a control frame, called the *clear to send (CTS),* to the source station. This control frame indicates that the destination station is ready to receive data.
3. The source station sends data after waiting an amount of time equal to SIFS.
4. The destination station, after waiting an amount of time equal to SIFS, sends an acknowledgment to show that the frame has been received. Acknowledgment is needed in this protocol because the station does not have any means to check for the successful arrival of its data at the destination. On the other hand, the lack of collision in CSMA/CD is a kind of indication to the source that data have arrived.

Figure 12.17: CMACA and NAV



Network Allocation Vector •

how is the *collision avoidance* aspect of this protocol accomplished? •

When a station sends an RTS frame, it includes the duration of time that it needs to occupy the channel. The stations that are affected by this transmission create a timer called a *network allocation vector (NAV)* that shows how much time must pass before these stations are allowed to check the channel for idleness. So, each station, before sensing the physical medium to see if it is idle, first checks its NAV to see if it has expired.

Network Allocation Vector

What happens if there is a collision during the time when RTS or CTS control frames are in transition, called the *handshaking period*? Two or more stations may try to send RTS frames at the same time they may collide. However, because there is no mechanism for collision detection, the sender assumes there has been a collision if it has not received a CTS frame from the receiver. The backoff strategy is employed, and the sender tries again.

Hidden-Station Problem

The solution to the this problem is the use of the handshake frames (RTS and CTS). Figure 12.17 also shows that the RTS message from B reaches A, but not C. However, because both B and C are within the range of A, the CTS message, which contains the duration of data transmission from B to A, reaches C. Station C knows that some hidden station is using the channel and refrains from transmitting until that duration is over.

12-2 CONTROLLED ACCESS

In controlled access, the stations consult one another to find which station has the right to send. A station cannot send unless it has been authorized by other Stations .

We discuss three controlled-access methods

1-**Reservation**

2-Polling

3-Token passing

في الوصول للرقابة، ومحطات تستشير بعضها البعض للعثور على أي محطة لها الحق في إرسال. محطة لا يمكنك إرسال ما لم يكن مرخصا من قبل البعض المحطات. نحن نناقش ثلاثة طرق الوصول تسيطر: ١-حجز٢- تصويت ٣-وفاة رمزي

12.2.1 Reservation

In the reservation method, a station needs to make a reservation before sending data. Tim is divided into intervals. In each interval, a reservation frame precedes the data frames sent in that interval

في طريقة تحفظ، تحتاج محطة للحجز قبل إرسال البيانات. ينقسم الزمن إلى فترات. في كل فاصل، إطار حجز يسبق إطارات البيانات المرسلة في ذلك فترة

If there are N stations in the system, there are exactly N reservation minislots in the reservation frame. Each minislot belongs to a station. When a station needs to send a data frame, it makes a reservation in its own minislot. The stations that have made reservations can send their data frames after the reservation frame

إذا كانت هناك محطات N في النظام، هناك بالضبط N فتحات صغيرة تحفظ في إطار التحفظ. كل فتحة صغيرة ينتمي إلى المحطة. عندما تحتاج محطة لإرسال إطار البيانات،تحفظا في فتحة صغيرة خاصة بها. المحطات التي لديها يمكن أن التحفظات التي ترسل إطارات البيانات الخاصة بهم بعد التحفظ الإطار.

Figure 12.18: Reservation access method

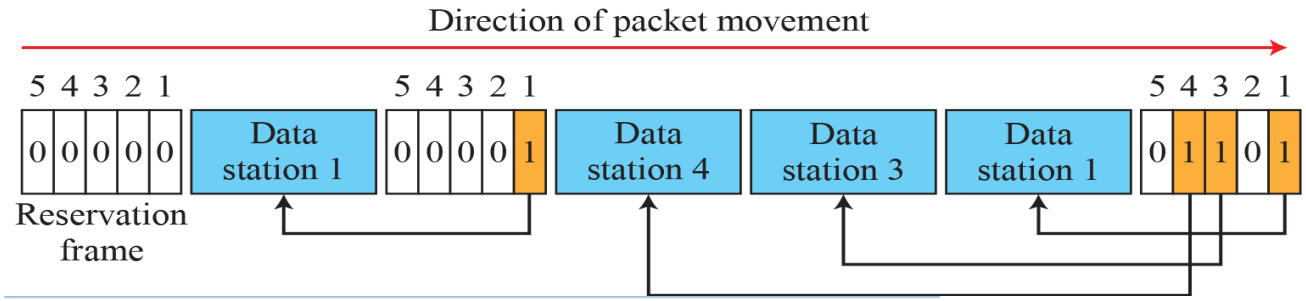


Figure 12.18 shows a situation with five stations and a five-minislot reservation frame. In the first interval, only stations 1, 3, and 4 have made reservations. In the second interval, only station 1 has made a reservation.

Reservation frame نلاحظ انه يسبق ال data frame ، الداتا بتحجز ستيشن ١ تقدر ترسل الفريم ضمن السلوت الزمني المخصص لها

نلاحظ فالشكل انه يوجد ٤ ستشين و٥ minislot reservation

12.2.2 Polling

●**Polling** works with topologies in which one device is a primary station and the others are secondary stations. All data exchanges must be made through the primary device even when the destination is a secondary device. The primary device controls the link; the secondary devices follow its instruction. The primary device, therefore, is always the initiator of a session (see Figure 12.19). This method uses **poll** and **select functions** to prevent collisions. However, the **drawback** is if the primary station fails, the system goes down.

● الاقتراع يعمل مع طبولوجيا في الجهاز الذي هو واحد من المحطة الرئيسية والبعض الآخر المحطات الثانوية. ويجب بذل كل تبادل البيانات عن طريق الجهاز الأساسي حتى عندما تكون الوجهة هي الجهاز الثانوي. ويتحكم الجهاز الأساسي في الارتباط؛ الأجهزة الثانوية اتباع تعليماته. الجهاز الأساسي، ولذلك، هو دائما البادئ من الدورة (انظر الشكل ١٢,١٩). يستخدم هذا الأسلوب وظائف استطلاع واختيار لمنع التصادم. ومع ذلك، فإن العيب هو في حالة فشل المحطة الرئيسية، ونظام وتنخفض

Select function

used whenever the primary device has something to send. If it not receiving nor sending it knows that the link is available. It must knows whether the target device is prepared to receive. It Transmits a select **(SEL) frame**, one field of which includes the address of the intended secondary to alert it with upcoming data and waits for an **ack** before sensing the **data**.

حدد وظيفة

تستخدم كلما الجهاز الأساسي لديه شيء لإرسال. إذا كان لا يتلقون ولاإرسالها يعلم أن هذا العنوان هو متاح. ويجب أن يعرف ما إذا كان الجهاز الهدف على استعداد لاستقبال. فإنه ينقل على حدد (SEL) الإطار، حقل واحد منها يتضمن عنوان ثانوي تهدف إلى تنبيه مع البيانات القادمة وينتظر لACK قبل الاستشعار عن بعد في البيانات.

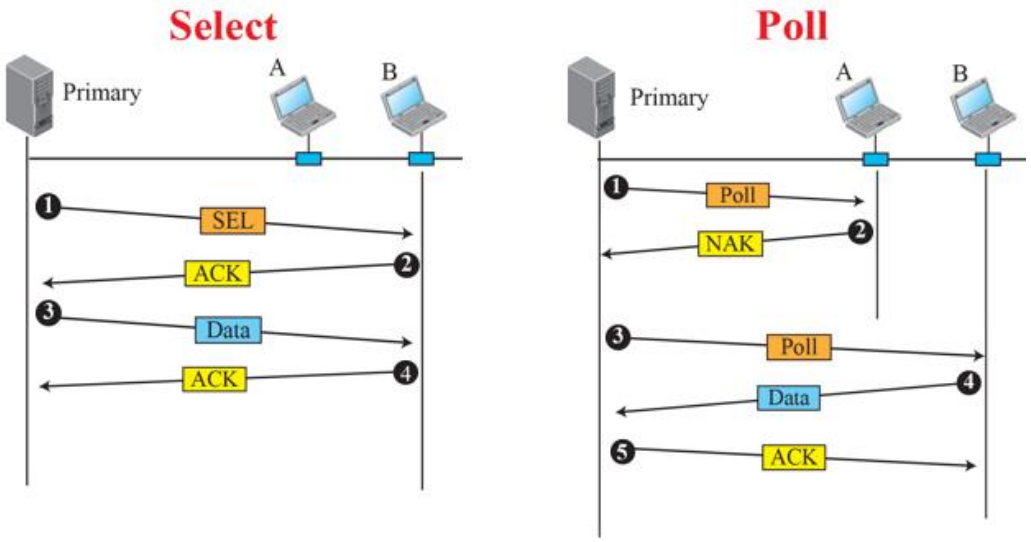
Poll function

It is used by the primary device to solicit –ask (poll)- transmissions from the each secondary device. When the first secondary is approached, it responds either with a negative (NAK) frame if it has nothing to send or with data (in the form of a data frame) if it does. If the response in NAK the primary devices pllo the second

device and so on

وظيفة الإستطلاع
يتم استخدامه من قبل الجهاز الأساسي للحصول -ask (استطلاع) - الإرسال من كل جهاز ثانوي. عندما اقترب أول ثانوي، فإنه يستجيب إما مع سلبي (ناك) إطار إذا كان لديه أي شيء لإرسال أو مع البيانات (في شكل بيانات الإطار) إذا كان يفعل. وإذا كانت الاستجابة في ناك الأجهزة الأساسية pllo الثاني جهاز وهلم جرا

Figure 12.19: Select and poll functions in polling-access method



في select اول شي primary ترسل تنبيه للسكندري لانها هي اللي تتحكم بالوسط ، تشوف ترا جاهزه للاستقبال او لا البرايمري تعمل فريم اسمه سيلكت(SEL) تبعث فيه عنوان السكندري ديفايس اللي بترسل لها ثم ترسل السكندري اكنولجمنت (ACK) انها جاهزه ويتم ارسال الداتا ثم ترجع السكندري تعمل اخبار(ACK) انو وصلتها الداتا بشكل سليم
البولينق عمليه معاكسه البرايمري ترسل كل مرا لسكندري وتشوف ترا عندها داتا ترسلها او لا اذا عندها تكون (ACK) واذا ماعندها (NAK)

12.2.3 Token Passing .

In the token-passing method, the stations in a network are organized in a logical ring. In other words, for each station, there is a predecessor and a successor. The predecessor is the station which is logically before the station in the ring; the successor is the station which is after the station in the ring.
في طريقة تمرير رمز، ويتم تنظيم المحطات في شبكة في حلقة منطقية. وبعبارة أخرى، لكل محطة، وهناك السابق ولاحق. السابق هي المحطة التي منطقيا قبل محطة في الحلبة. اللاحقة هي المحطة وهو بعد محطة في الحلبة.

The right has been passed from the predecessor to the current station to access the channel- a **special packet called a token circulates through the ring**- then current station hold the token until it finishes data transmission, then it releases the token to be passed to the successor when the current station has no more data to send
تم تمرير الحق من السلف إلى المحطة الحالية للوصول إلى قناة - حزمة خاصة تسمى عربون يجري تداولها من خلال حلقة - ثم محطة الحالية الاستمرار على المنوال حتى ينتهي نقل البيانات، ثم قامت بإصدار رمز لتمريرها إلى خليفة عندما تكون المحطة الحالية ليس لديها المزيد من البيانات لإرسال

The token must be **monitored** to ensure it has not been **lost or destroyed** and Stations must be **limited in the time** they can have possession of the token.

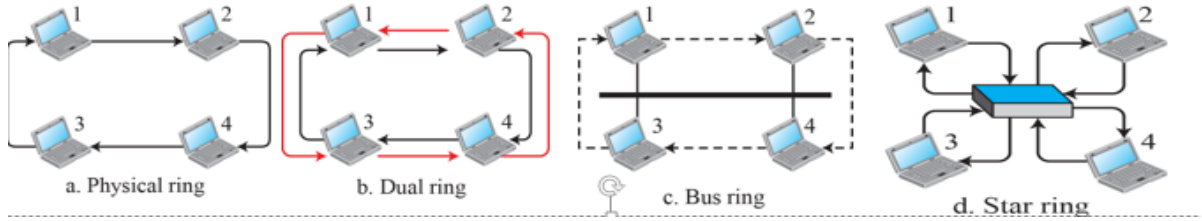
Another function of token management is to **assign priorities** to the stations and to the data being transmitted. finally, token management is needed to make low priority stations **release the token** to high-priority stations.

يجب مراقبة رمز لضمان لم فقدت أو دمرت، ويجب محطات محدودة في الوقت الذي يمكن أن يكون حيازة الرمز المميز.
وظيفة أخرى من إدارة رمزية تتمثل في تعيين أولويات لمحطات والبيانات التي يتم إرسالها. أخيرا، هناك حاجة إلى إدارة رمزية لجعل محطات أولوية منخفضة تطلق الرمز المميز للمحطات ذات الأولوية العالية.

In a token-passing network, stations **do not have** to be physically connected in a ring; the ring can be a logical one. As shown the next figure

في شبكة رمز عابرة، لا يجب أن تكون مرتبطة فعليا في حلقة محطات. الحلبة يمكن أن يكون واحد منطقي. كما هو مبين في الشكل التالي

Figure 12.20: Logical ring and physical topology in token-passing access method



- The physical ring topology, a station sends the token to its successor which is next in line , the token cannot be seen by other stations; and the token does not have to have the address of the next successor. The problem is if one of the links—the medium—fails, the whole system fails.
- The dual ring topology uses a second ring which operates in the reverse direction compared with the main ring used for emergencies only. Note that each station needs to have two transmitter ports and two receiver ports. The high-speed Token Ring networks called FDDI (Fiber Distributed Data Interface) and CDDI (Copper Distributed Data Interface) use this topology.
- In the bus ring topology-token bus-, the stations are connected to a single cable a bus. But make a logical ring, because each station knows the address of its successor (and predecessor. When a station that finished sending its data releases the token and inserts the address of its successor in it. Only the station with matching address gets the token to access the media. The Token Bus LAN, standardized by IEEE, uses this topology.

In a star ring topology, the physical topology is a star. There is a hub, however, that acts as the connector. The wiring inside the hub makes the ring; the stations are connected to this ring through the two wire connections. This topology makes the network less prone to failure because if a link goes down, it will be bypassed by the hub and the rest of the stations can operate. Also adding and removing stations is easier. This topology is still used in the Token Ring LAN designed by IBM.

12.3 CHANNELIZATION

●Channelization (or channel partition, as it is sometimes called) is a multiple-access method in which the available bandwidth of a link is shared in time, frequency, or through code, among different stations.

In this section, we discuss three protocols

-frequency-division multiple access (FDMA)
-time-division multiple access (TDMA)
-Code-division multiple access (CDMA)

In FDMA, the available bandwidth of the common channel is divided into bands that are separated by guard bands.

In TDMA, the bandwidth is just one channel that is timeshared between different stations.

In CDMA, one channel carries all transmissions simultaneously.

توجيهها (أوتقسيم القناه، كما يطلق عليه في بعض الأحيان) هو أسلوب الوصول المتعدد التي يتم تقاسم عرض النطاق الترددي المتوفر من رابط في الوقت والتردد، أو من خلال الرمز، بين محطات مختلفة.
في هذا القسم، ونحن نناقش ثلاثة بروتوكولات
التردد تقسيم الوصول المتعدد (FDMA) -
- تقسيم الوقت وصول متعددة (TDMA)
- كود - تقسيم الوصول المتعدد (CDMA)

12.3.1FDMA

In frequency-division multiple access (FDMA), the available bandwidth is divided into frequency bands

في التردد تقسيم الوصول المتعدد (FDMA)، المتاحة وتنقسم عرض النطاق الترددي في نطاقات التردد

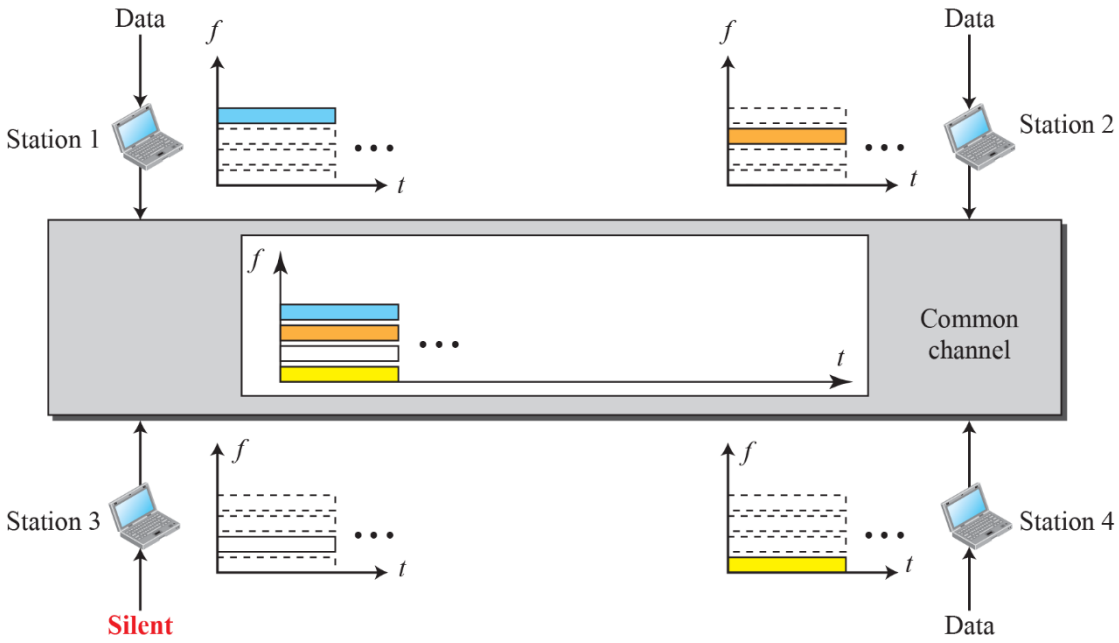
Each station is allocated a band to send its data. In other words each band is reserved for a specific station, and it belongs to the station all the time

يتم تخصيص كل محطة عصابة لإرسال البيانات الخاصة به. بعبارات أخرى، محجوز كل فرقة لمحطة معينة، وأنه ينتمي إلى محطة في كل وقت.

Each station also uses a band pass filter to confine the transmitter frequencies. To prevent station interferences, the allocated bands are separated from one another by small guard bands.
Figure 12.21 shows the idea of FDMA
كل محطة تستخدم ممر الموجة مرشح لحصر الارسال الترددات. لمنع التدخلات المحطة، النطاقات الموزعة ومنفصلة عن بعضها البعض من قبل عصابات الحرس الصغيرة. الرقم ١٢،٢١ يوضح فكرة FDMA.

Figure 12.21: Frequency-division multiple access (FDMA)

كلFrequency اقسمها لباند وكل ستشين اعطيها باند معين مختلف عن الأخرى



12.3.2 TDMA

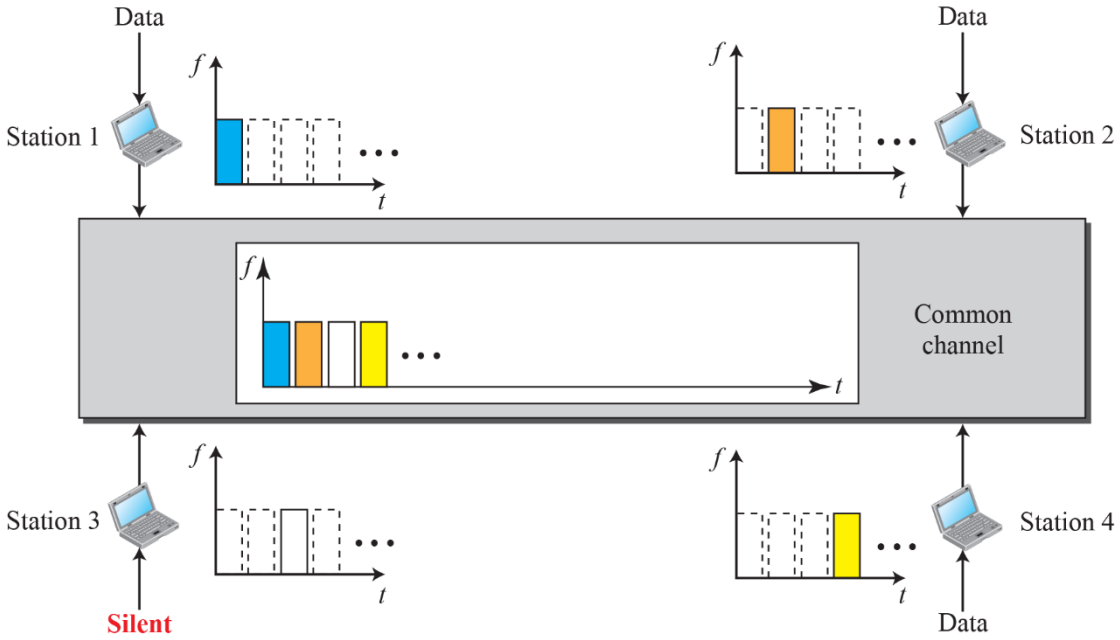
In time-division multiple access (TDMA), **the stations share the bandwidth of the channel in time**. Each station is allocated a time slot during which it can send data. Each station transmits its data in its assigned time slot. Figure 12.22 shows the idea behind TDMA

في تقسيم الوقت وصول متعددة (TDMA)، حصة المحطات عرض النطاق الترددي للقناة في الوقت المناسب. يتم تخصيص كل محطة فتحة وقت يتم خلالها إرسال البيانات. كل محطة ينقل بياناته في لفتحة الوقت المخصص. ويبين الشكل ١٢,٢٢ الفكرة وراء TDMA.

The main **problem** with TDMA lies in achieving **synchronization** between the different stations. Each station needs to know the beginning of its slot and the location of its slot. This may be difficult because of propagation delays in the system if the stations are spread over a large area. To compensate for the delays, we can insert **guard times**. Synchronization is normally accomplished by having some synchronization bits (normally referred to as **preamble bits**) at the beginning of each slot

المشكلة الرئيسية مع الاستخدام المتعدد بالتقسيم الزمني تكمن في تحقيق التزامن بين المحطات المختلفة. كل محطة تحتاج إلى معرفة ابتداء من فتحتها وموقع من فتحتها. قد يكون ذلك صعبا بسبب زمن الانتشار في النظام إذا وتنتشر محطات على مساحة واسعة. للتعويض عن التأخير، يمكننا إدراج الحرس مرات. ويتم إنجاز تزامن عادة من خلال وجود بعض بت التزامن (يشار عادة إلى بت كما الديباجة) في بداية كل فتحة.

Figure 12.22: Time-division multiple access (TDMA)



الباندويكس فريكونسي يتم تقسيم ههنا باعتبار TIMESLOT ، الستيشن يتشاركون الباندويكس ولكن كل ستيشن تأخذ تايم سلوت غير

12.3.3 CDMA

Code-division multiple access (CDMA) was conceived several decades ago.
Recent advances in electronic technology have finally made its implementation possible. CDMA differs from FDMA in that only one channel occupies the entire bandwidth of the link. It differs from TDMA in that all stations can send data simultaneously; there is no timesharing

وقد صممت رمز التقسيم وصول متعددة (CDMA) منذ عدة عقود.
التطورات الحديثة في مجال التكنولوجيا الالكترونية جعلت أخيرا تنفيذه ممكن. سى دى ام ايه يختلف عن FDMA في أن قناة واحدة فقط تحتل كامل عرض النطاق الترددي للارتباط. وهو يختلف عن TDMA في أن جميع المحطات يمكن إرسال البيانات الوقت ذاته؛ لا يوجد في الوقت للمشارك

(ارسال على كامل الزمن وعلى كل الباندويش)

Analogy

CDMA simply means communication with **different codes**. the common channel can easily allow communication between several couples, but in different (codes).

تشابه جزئي
سى دى ام ايه يعني ببساطة التواصل مع رموز مختلفة. القناة المشتركه يمكن أن تسمح بسهولة التواصل بين عدة أزواج، ولكن في مختلف (رموز)

Idea

Let us assume we have four stations, 1, 2, 3, and 4, connected to the same channel. The data from station 1 are d1, from station 2 are d2, and so on. The code assigned to the first station is c1, to the second is c2, and so on. We assume that the assigned codes have two properties

1-If we multiply each code by another, we get 0

2-If we multiply each code by itself, we get 4 (the number of stations)

let us see how the above four stations can send data using the same common channel, as shown in Figure 12.23

فكرة

لنفترض لدينا أربع محطات، ١، ٢، ٣، و ٤، متصلة على نفس القناة.

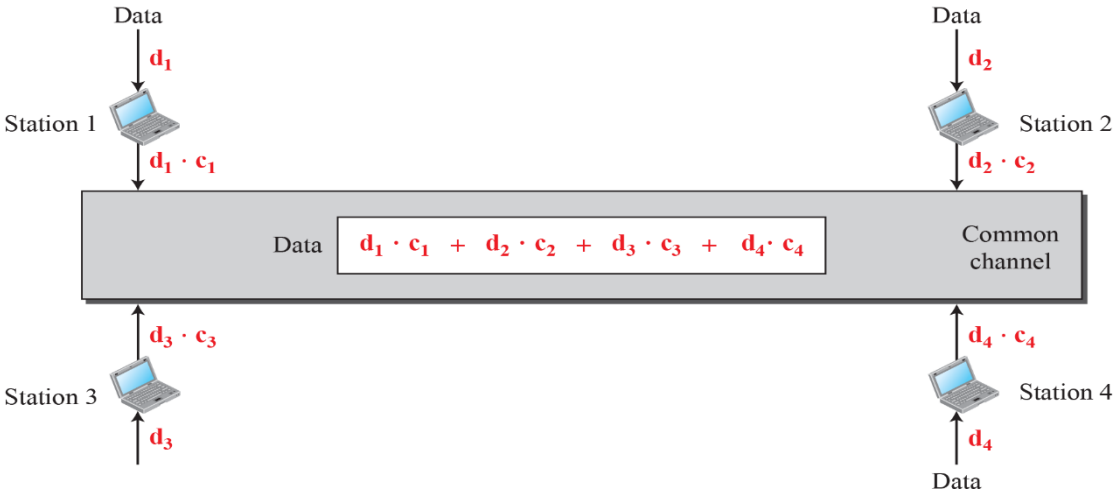
البيانات من محطة ١ هي D1، من محطة ٢ هي D2، وهلم جرا. الرمز المخصص إلى المحطة الأولى هي C1، لوالثاني هو c2 وهلم جرا. ونحن نفترض أن رموز المخصصة لها خاصيتين.

١. إذا ضربنا كل رمز من جانب آخر، وحصلنا على ٠.

٢. إذا ضربنا كل رمز في حد ذاته، وحصلنا على ٤ (عدد المحطات).

دعونا نرى كيف المحطات الأربع المذكورة أعلاه يمكن إرسال البيانات باستخدام نفس شيوعا قناة، كما هو مبين في الشكل ١٢,٢٣

Figure 12.23: Simple idea of communication with code

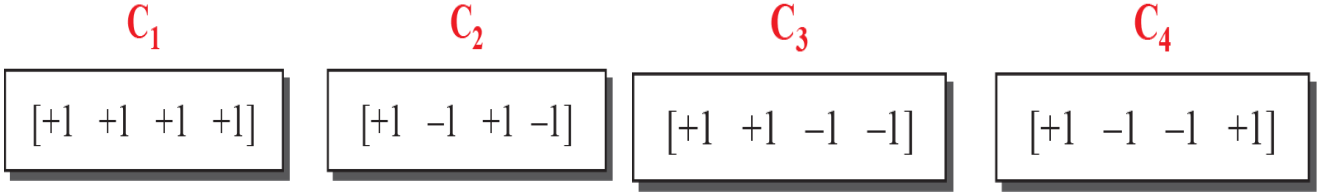


$$\begin{aligned} \text{data} &= (d_1 \cdot c_1 + d_2 \cdot c_2 + d_3 \cdot c_3 + d_4 \cdot c_4) \cdot c_1 \\ &= d_1 \cdot c_1 \cdot c_1 + d_2 \cdot c_2 \cdot c_1 + d_3 \cdot c_3 \cdot c_1 + d_4 \cdot c_4 \cdot c_1 = 4 \times d_1 \end{aligned}$$

Station 1 multiplies its data by its code to get d1 · c1. Station 2 multiplies its data by its code to get d2 · c2, and so on. The data that go on the channel are the sum of all these terms, as shown in the box. Any station that wants to receive data from one of the other three multiplies the data on the channel by the code of the sender.

e.g. stations 1 and 2 are talking to each other. Station 2 wants to hear what station 1 is saying. It multiplies the data on the channel by c1, the code of station 1. we get above result.

Figure 12.24: Chip sequences



Chips

CDMA is based on coding theory. Each station is assigned a code, which is a sequence of numbers called ***chips***, as shown in Figure 12.24. The codes are for the previous example. We carefully select these chips, They are called ***orthogonal sequences*** and have the following properties:

١. Each sequence is made of N elements, where N is the number of stations.

$$2 \cdot [+1 \ +1 \ -1 \ -1] = [+2 \ +2 \ -2 \ -2]$$

multiplication of a sequence by ***a scalar***. ٢.

Inner product of two equal sequences we get N– number of elements in each sequence ٣.

*الخاصيه الأولى لوضربت الكود بنفسه يعطيني عدد المحطات

$$[+1 \ +1 \ -1 \ -1] \cdot [+1 \ +1 \ -1 \ -1] = 1 + 1 + 1 + 1 = 4$$ ٤.

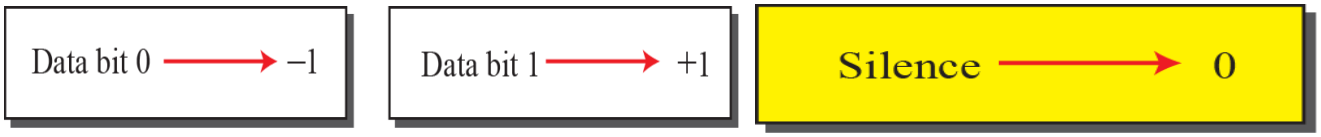
inner product of two different sequences We get 0 ٥.

$$[+1 \ +1 \ -1 \ -1] \cdot [+1 \ +1 \ +1 \ +1] = 1 + 1 - 1 - 1 = 0$$

*الخاصيه الثانيه انه انه ضرب أي كودين مختلفين يساوي صفر

٦. Adding two sequences means adding the corresponding elements. The result is another sequence. $[+1 \ +1 \ -1 \ -1] + [+1 \ +1 \ +1 \ +1] = [+2 \ +2 \ 0 \ 0]$

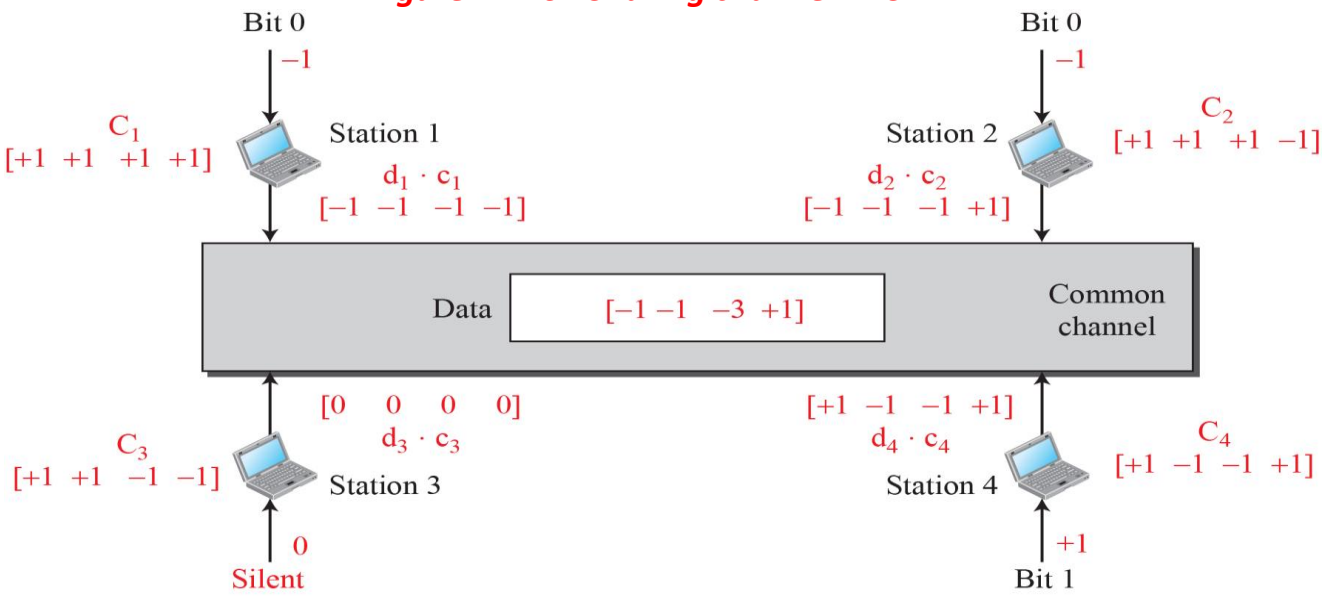
٧. ***Figure 12.25: Data representation in CDMA***



Data Representation
We follow these rules for encoding:
If a station needs to send a 0 bit, it encodes it as −1;
if it needs to send a 1 bit, it encodes it as +1.
When a station is idle, it sends no signal, which is interpreted as a 0.
Encoding and Decoding
we show how four stations share the link during a 1-bit interval.
We assume that stations 1 and 2 are sending a 0 bit and channel 4 is sending a 1 bit. Station 3 is silent. The data at the sender site are translated to −1, −1, 0, and +1. Each station multiplies the corresponding number by its chip (its orthogonal sequence), which is unique for each station. The result is a new

sequence which is sent to the channel. Then all stations send the resulting sequences at the same time. The sequence on the channel is the sum of all four sequences as defined before. Figure 12.26 shows the situation.

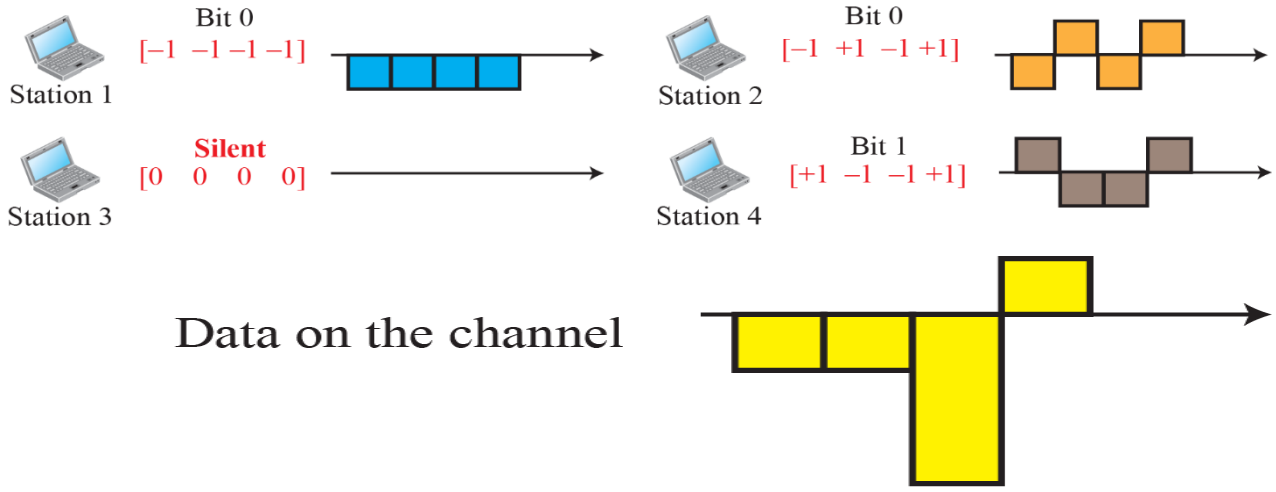
Figure 12.26: Sharing channel in CDMA



e.g. station 3, which we said is silent, is listening to station 2. Station 3 multiplies the total data on the channel by the code for station 2, which is [+1 −1 +1 −1], to get

$$[-1\ -1\ -3\ +1] \bullet [+1\ -1\ +1\ -1] = -4/4 = -1 \rightarrow \text{bit 1}$$

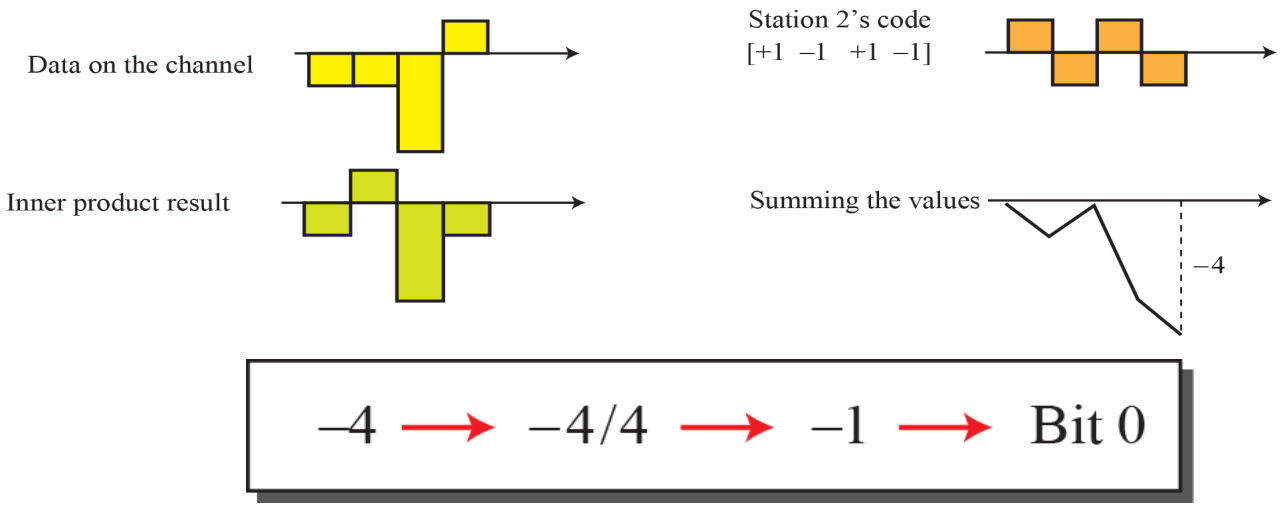
Figure 12.27: Digital signal created by four stations in CDMA



Signal Level

The process can be better understood if we show the digital signal produced by each station and the data recovered at the destination (see Figure 12.27). The figure shows the corresponding signals for each station (using NRZ-L for simplicity) and the signal that is on the common channel.

Figure 12.28: Decoding of the composite signal for one in CDMA



Signal Level

Figure 12.28 shows how station 3 can detect the data sent by station 2 by using the code for station 2. The total data on the channel are multiplied (inner product operation) by the signal representing station 2 chip code to get a new signal. The station then integrates and adds the area under the signal, to get the value –4, which is divided by 4 and interpreted as bit 0.

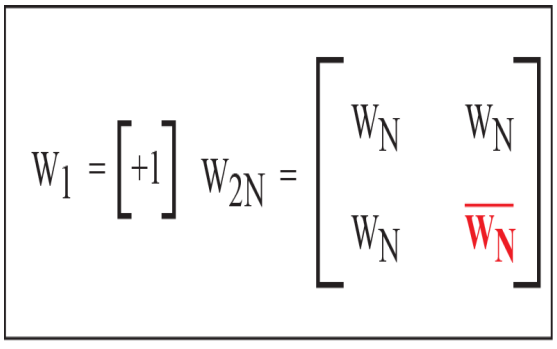
DATA CHANNEL {-1 -1 -3 1} لعمل انكوديق

C1 {-1 -1 -1 -1}

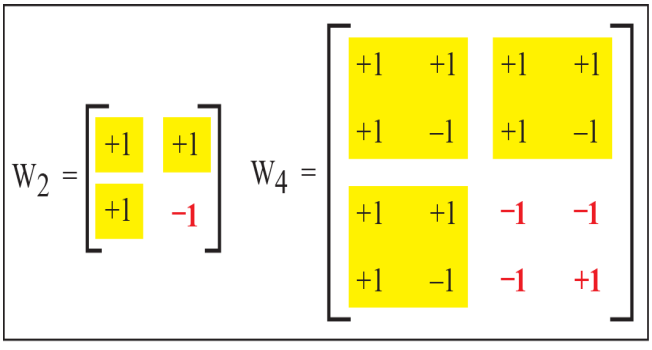
D.C1=(1+1+3-1) = 4/4 =1

4 هي عدد station، ١ ترميز ١

Figure 12.29: General rules and examples of creating Walsh tables



a. Two basic rules



b. Generation of W_1, W_2, and W_4

Sequence Generation

To generate chip sequences, we use a **Walsh table,** which is a two-dimensional table with an equal number of rows and columns, as shown in Figure 12.29.

In the Walsh table, each row is a sequence of chips. W_1 for a one-chip sequence has one row and one column. We can choose −1 or +1 for the chip for this trivial table (we chose +1). According to Walsh, if we know the table for N sequences W_N, we can create the table for $2N$ sequences W_{2N}, as shown in Figure 12.29. The W_N with the overbar $\overline{W_N}$ stands for the complement of W_N, where each +1 is changed to −1 and vice versa. Figure 12.29 also shows how we can create W_2 and W_4 from W_1. After we select W_1, W_2 can be made from four W_1s, with the last one the complement of W_1. After W_2 is generated, W_4 can be made of four W_2s, with the last one the complement of W_2. Of course, W_8 is composed of four W_4s, and so on. Note that after W_N is made, each station is assigned a chip corresponding to a row.

The number of sequences in a Walsh table needs to be $N = 2^m$.

Example 12.6 and 12.7

Example 12.6

Find the chips for a network with

a. Two stations
b. Four stations

Solution

We can use the rows of W_2 and W_4 in Figure 12.29:

a. For a two-station network, we have [+1 +1] and [+1 −1].
b. For a four-station network we have [+1 +1 +1 +1], [+1 −1 +1 −1], [+1 +1 −1 −1], and [+1 −1 −1 +1].

Example 12.7

What is the number of sequences if we have 90 stations in our network?

Solution

The number of sequences needs to be 2^m. We need to choose $m = 7$ and $N = 2^7$ or 128. We can then use 90 of the sequences as the chips.

Example 12.8

Prove that a receiving station can get the data sent by a specific sender if it multiplies the entire data on the channel by the sender's chip code and then divides it by the number of stations

إثبات أن محطة الاستقبال يمكن الحصول على البيانات المرسلة من قبل مرسل معين إذا كان يضاعف البيانات بالكامل على قناة بواسطة كود رقاقة المرسل ثم يقسم من قبل عدد من المحطات

Solution

Let us prove this for the first station, using our previous four-station example. We can say that the data on the channel $D = (d_1 \cdot c_1 + d_2 \cdot c_2 + d_3 \cdot c_3 + d_4 \cdot c_4)$. The receiver, which wants to get the data sent by station 1, multiplies these data by c_1.

$$
\begin{aligned}
[D \cdot c_1] / 4 &= [(d_1 \cdot c_1 + d_2 \cdot c_2 + d_3 \cdot c_3 + d_4 \cdot c_4) \cdot c_1] / 4 \\
&= [d_1 \cdot c_1 \cdot c_1 + d_2 \cdot c_2 \cdot c_1 + d_3 \cdot c_3 \cdot c_1 + d_4 \cdot c_4 \cdot c_1] / 4 \\
&= [d_1 \times 4 + d_2 \times 0 + d_3 \times 0 + d_4 \times 0] / 4 = [d_1 \times 4] / 4 = d_1
\end{aligned}
$$

12.4.3 Summary

Many formal protocols have been devised to handle access to a shared link. We categorize them into three groups: random access protocols, controlled access protocols, and channelization protocols.

In random access or contention methods, no station is superior to another station and none is assigned the control over another. ALOHA allows multiple access (MA) to the shared medium.There are potential collisions in this arrangement. To minimize the chance of collision and, therefore, increase the performance, the CSMA method was developed. The chance of collision can be reduced if a station senses the medium before trying to use it. Carrier sense multiple access (CSMA) requires that each station first listen to the medium before sending. Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) augments the CSMA algorithm to handle collision. In this method, a station monitors the medium after it sends a frame to see if the transmission was successful. If so, the station is finished. If, however, there is a collision, the frame is sent again. To avoid collisions on wireless networks, carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA) was invented. Collisions are avoided through the use of three strategies: the interframe space, the contention window, and acknowledgments.

In controlled access, the stations consult one another to find which station has the right to send. A station cannot send unless it has been authorized by other stations. We discussed three popular controlled-access methods: reservation, polling, and token passing. In the reservation access method, a station needs to make a reservation before sending data. Time is divided into intervals. In each interval, a reservation frame precedes the data frames sent in that interval. In the polling method, all data exchanges must be made through the primary device even when the ultimate destination is a secondary device. The primary device controls the link; the secondary devices follow its instructions. In the token-passing method, the stations in a network are organized in a logical ring. Each station has a predecessor and a successor. A special packet called a *token* circulates through the ring.

Channelization is a multiple-access method in which the available bandwidth of a link is shared in time, frequency, or through code, between different stations. We discussed three channelization protocols: FDMA, TDMA, and CDMA. In frequency-division multiple access (FDMA), the available bandwidth is divided into frequency bands. Each station is allocated a band to send its data. In other words, each band is reserved for a specific station, and it belongs to the station all the time. In time-division multiple access (TDMA), the stations share the bandwidth of the channel in time. Each station is allocated a time slot during which it can send data. Each station transmits its data in its assigned time slot. In code-division multiple access (CDMA), the stations use different codes to achieve multiple access. CDMA is based on coding theory and uses sequences of numbers called *chips*. The sequences are generated using orthogonal codes such as the Walsh tables.