# شبکه های کامپیوتری

موسسه آموزش عالی کرمان

# امین داستانپور

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شماره : ۹۶۱۲
تاریخ : ۹۶/۱۲/۱۴
پیوست :

مؤسسه آموزش عالی کرمان - کرمان
(غیردولتی - غیرانتفاعی)

جناب آقای دکتر امین داستانپور

باسلام

نظر به تخصص و تجارب حضرتعالی بعنوان معاون پژوهش و ارتباط با صنعت مؤسسه آموزش عالی کرمان منصوب میشوید امید است در پرتو عنایات خداوند متعال در ارتقاء کمی و کیفی پژوهش مؤسسه مؤید و موفق بوده باشید.

دکتر محمدجواد خانجانی
معاونت آموزشی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
مؤسسه آموزش عالی غیردولتی
غیرانتفاعی کرمان ۱۳۸۳

- کارشناسی نرم افزار کامپیوتر از دانشگاه فنی کرمان
- کارشناسی ارشد شبکه های کامپیوتری از دانشگاه **UPM**
- دکترای امنیت شبکه در فناوری اطلاعات از دانشگاه **UTM**


- Website : http://amindastanpour.webs.com
- Email : dr.amin.dastanpour@gmail.com

# ارزیابی دانشجو در کلاس

- ۸ نمره میان ترم (یکشنبه ۲۷ آبان ۱۳۹۷) ساعت کلاسی
- ۱۲ نمره پایان ترم
- نمرات ارفاقی
- ۱- حضور غیاب ( ۱ نمره )
- ۲- پرسش و پاسخ در کلاس ( ۱ نمره )
- ۳- امتحان در کلاس ( ۱ نمره )
- ۴- پروژه (۳ نمره)

- جمعا ۶ نمره ارفاقی

# پروژه (۳ نمره)

۱. ارائه کتبی ( ۱ نمره)
۲. ارائه شفاهی (۱ نمره)
۳. پرسش و پاسخ (۱ نمره)

- جمعا ۳ نمره ارفاقی

- موضوعات پروژه:

۱. پروتکل های شبکه
۲. برنامه های تحت شبکه
۳. امنیت شبکه با دیواره آتش
۴. امنیت شبکه با تشخیص نفوذ

# ارائه کتبی

- عنوان
- یک پاراگراف چکیده
- یک صفحه مقدمه
- یک صفحه تاریخچه و آنچه که قبلا انجام شده تا به امروز
- دو صفحه روش کار کرد سیستم
- یک صفحه نتایج گرفته شده از این روش
- یک پاراگراف خلاصه مطلب
- منابع

# ارائه شفاهی

- ۱۰ دقیقه ارائه از ذهن ارائه دهنده و به هیچ عنوان رو خوانی نشود
- ۵ دقیقه پرسش و پاسخ

# فصل چهارم

## زیر لایه نظارت بر دسترسی به رسانه انتقال

# مقدمه

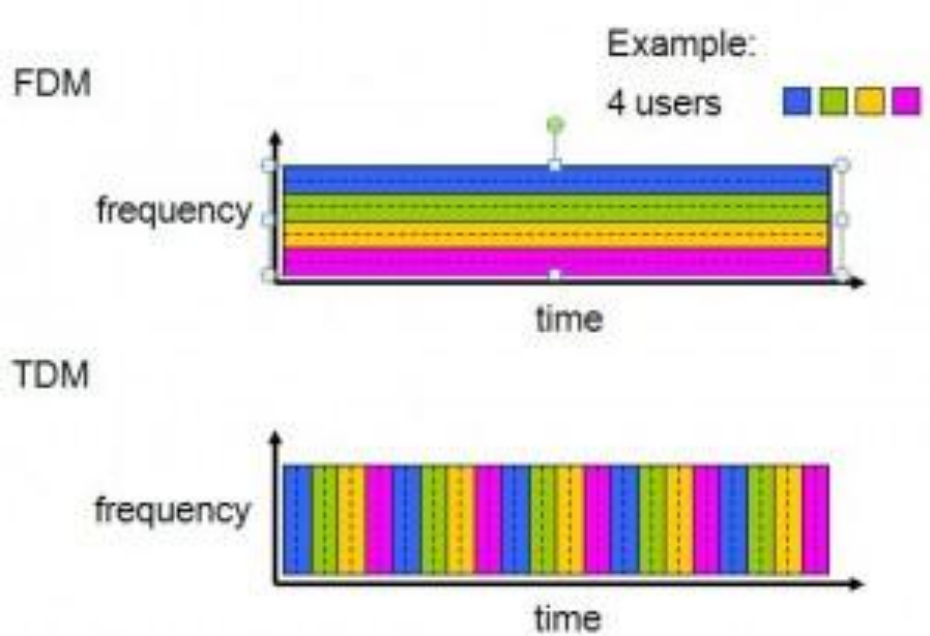
- معرفی
- کانال‌های فراگیر (پخشی–broadcast)
- شبکه‌های WAN و زیرلایه MAC
  - مسئله تخصیص کانال

۱. تخصیص ایستای کانال در شبکه های LAN و MAN

۲. تخصیص پویای کانال در شبکه های LAN و MAN

# تخصیص ایستای کانال

- روش FDM: Frequency Division Multiplexing




- روش TDM: Time D. M.

# تخصیص پویای کانال (مفروضات)

۱. **مدل ایستگاه:** وجود N ایستگاه مستقل

۲. **فرض کانال منفرد:** کانال اشتراکی

۳. **فرض تصادم**

۴. الف: **مدل زمان پیوسته:** ارسال فریم‌ها در هر لحظه از زمان

۴. ب: **مدل زمان گسسته:**تقسیم زمان به برش‌های مستقل

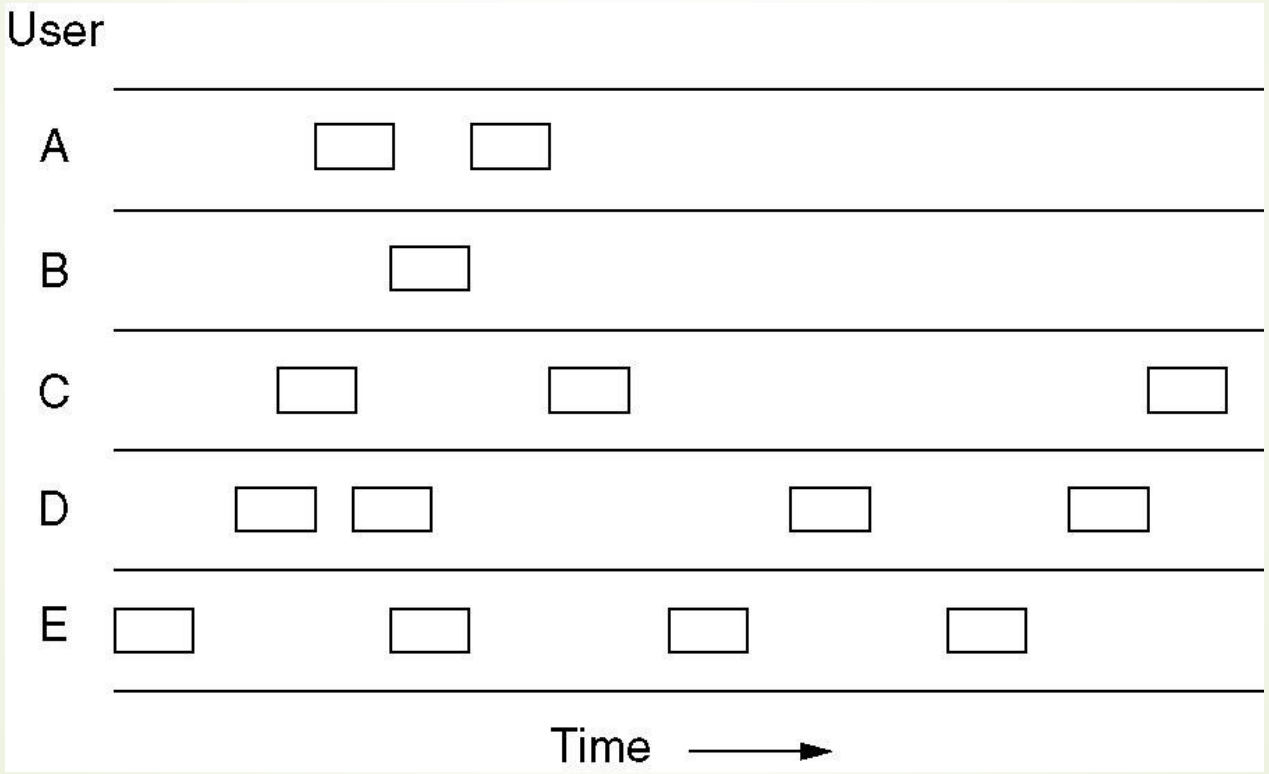
۵. الف: **شنود سیگنال حامل:** جهت تشخیص مشغول بودن کانال

۵. ب: **عدم شنود سیگنال حامل:** (گره‌های بیسیم خارج از محدوده رادیویی یکدیگر)

# پروتکل های دسترسی چندگانه

- ALOHA
- پروتکل‌های دسترسی چند گانه با قابلیت شنود سیگنال حامل (CSMA)
- پروتکل‌های بدون تصادم
- پروتکل‌های بارقابت محدود
- پروتکل‌های دسترسی چندگانه مبتنی بر تقسیم طول موج (WDMA)
- پروتکل‌های بیسیم برای شبکه محلی

# ALOHA




در Pure ALOHA فریم ها در زمان های کاملا دلخواه ارسال می شوند

# ALOHA

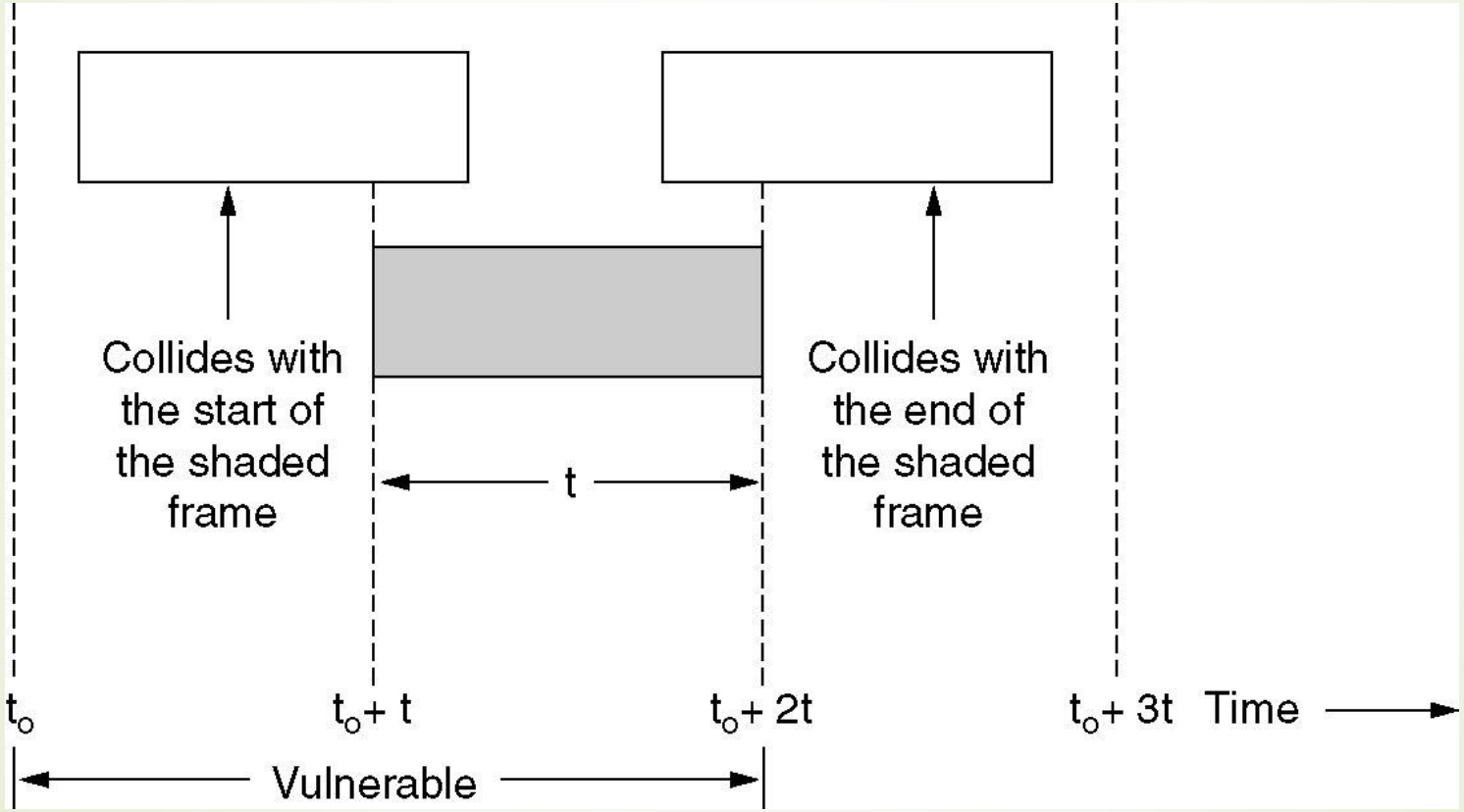
۱. Pure ALOHA

- ایده ومفاهیم اصلی
- کانال بازگشت سیگنال
- سیستم‌های رقابتی و احتمال تصادم در آنها
-
- زمان فریم: مدت زمان ارسال یک فریم (طول فریم تقسیم بر نرخ ارسال)
- مثال : کاربر در وضعیت تایپ یا در وضعیت انتظار
- رابطه بین ترافیک و بازده کانال

$$S = G \times e^{-2G}$$

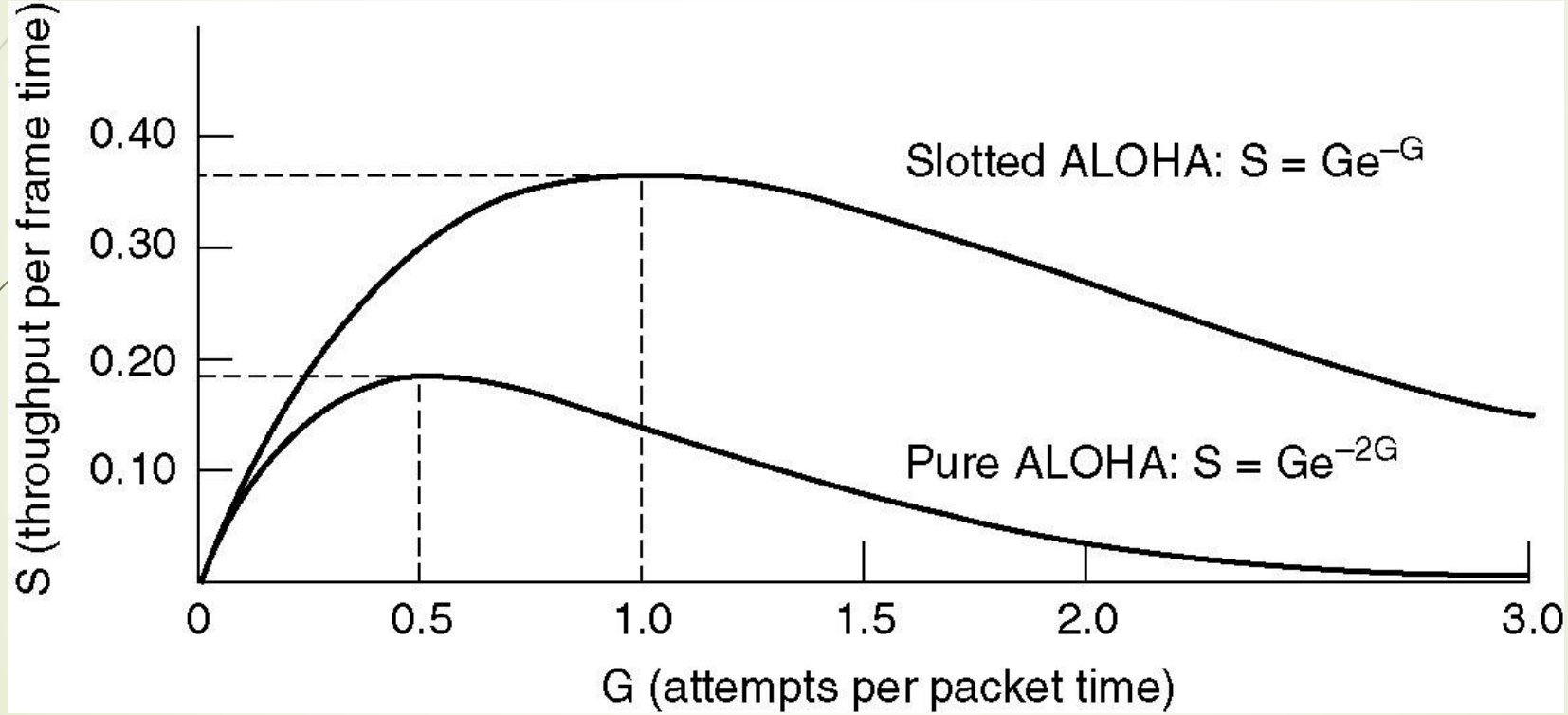
G: متوسط تولید فریم (جدید و خراب شده)

# ALOHA(ادامه-۳)




دوره آسیب پذیری برای فریم خاکستری

# ALOHA(ادامه-۴)




بازده مفید کانال بر حسب ترافیک عرضه شده در سیستم ALOHA

# ALOHA (ادامه)

۱. Slotted ALOHA

- روبرترز در سال ۱۹۷۲
- تقسیم زمان به برش‌های گسسته
- بیشترین موفقیت این روش
  - ۳۷ درصد برای خالی ماندن یک اسلات
  - ۳۷ درصد برای ارسال موفق
  - ۲۶ درصد برای تصادم
- مشکلات این روش
- رابطه بین ترافیک و بازده کانال

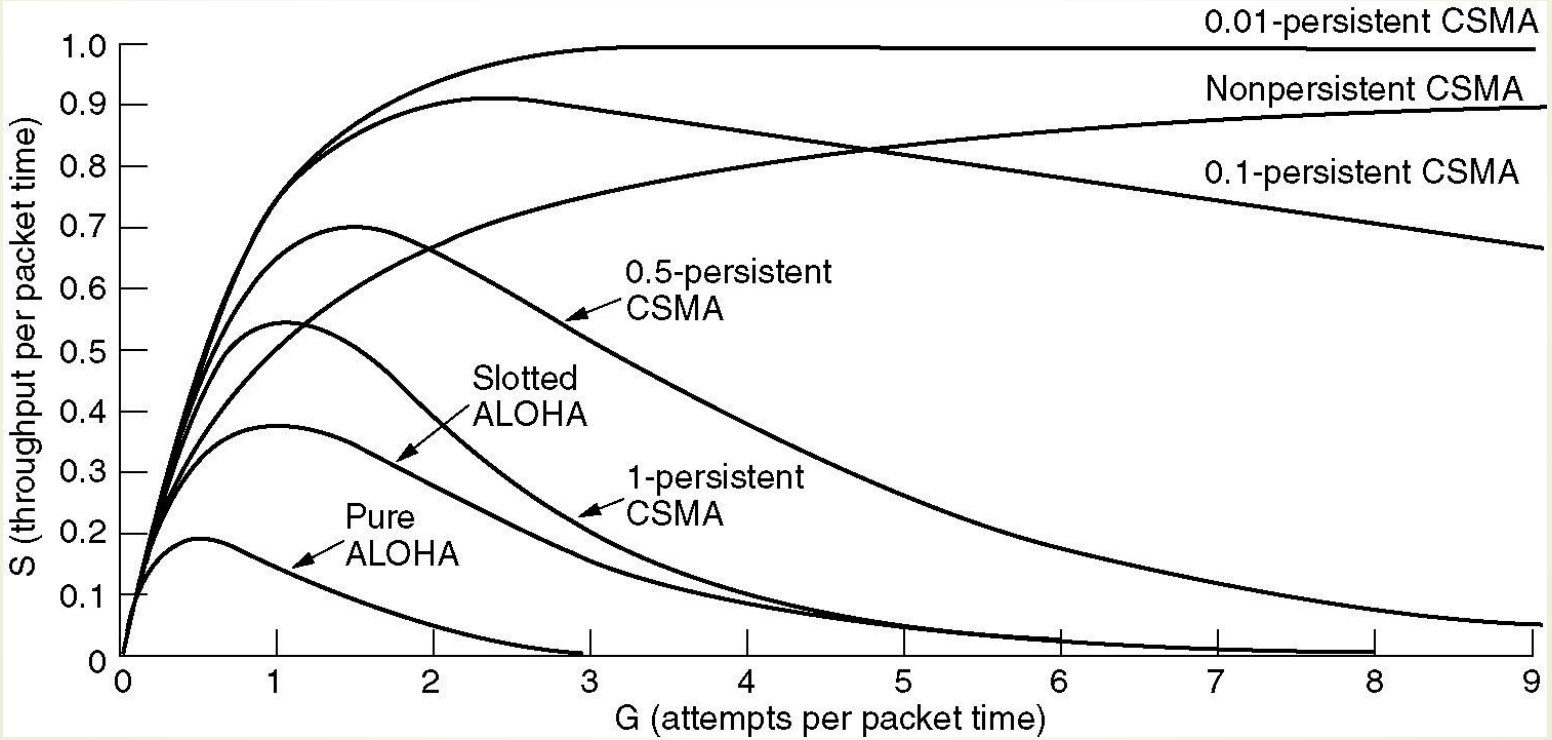
$$S = G \times e^{-G}$$

# CSMA: Carrier Sense Multiple Access

۱. P and NonP CSMA

- تعریف
- مسئله تصادم
  - 1-Persistant CSMA: پافشاری بر ارسال
  - تاخیر انتشار و تاثیر در کارایی این روش‌ها
  - NonP CSMA:عدم اصرار بر شنود، عقب‌گرد در صورت مشغول بودن کانال
- p-Persistent چیست؟ (q= 1-p)
- مقایسه راندمان این روش ها

# CSMA



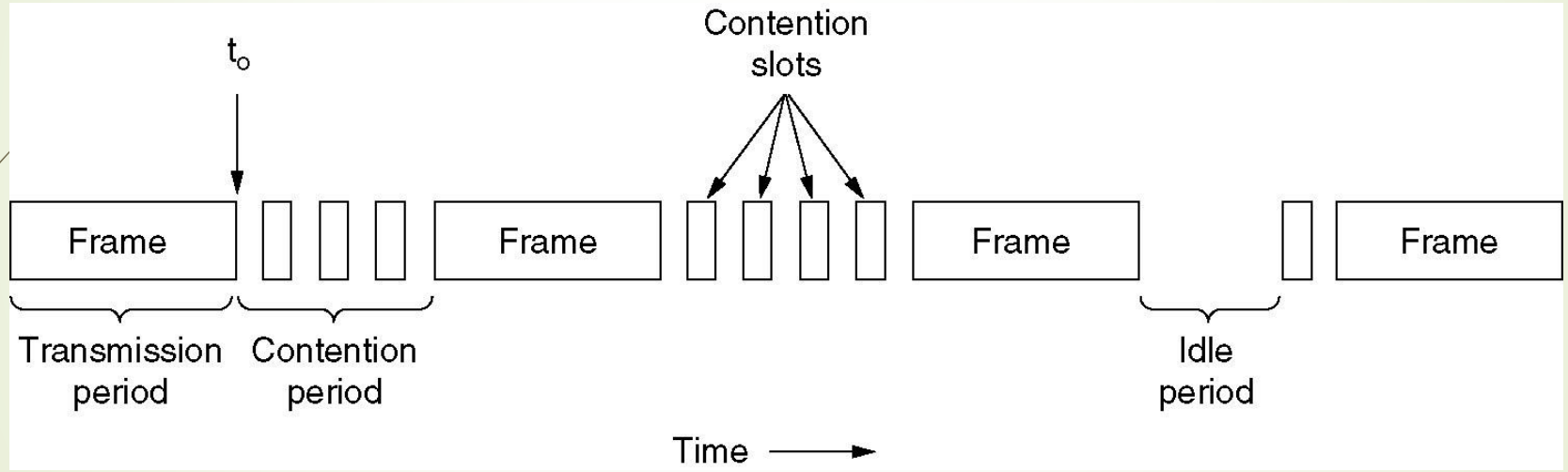

مقایسه بهره وری کانال(ظرفیت مفید) بر حسب بار برای پروتکل های گوناگون دسترسی تصادفی به کانال

# CSMA/CD: Collision Detection

۱. پروتکل CSMA با تشخیص تصادم

- مفاهیم اصلی
- اترنت و CSMA/CD
- مدل سه مرحله‌ای این پروتکل
  ۱. چندین مرحله متناوب رقابت
  ۲. بازه های ارسال
  ۳. بازه های بیکاری
- حداقل مدت زمان لازم برای تشخیص وقوع تصادم؟

# CSMA(ادامه)

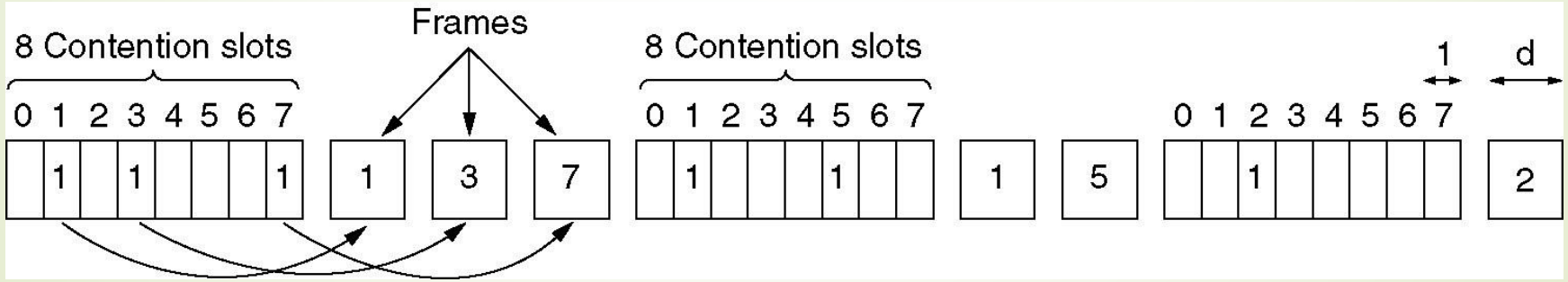



**CSMA/CD می تواند در یکی از سه وضعیت:«رقابت»،«ارسال» یا «بیکار» قرار داشته باشد**

# پروتکل های بدون تصادم

## ۱. پروتکل مبتنی بر نشانه‌های بیتی

- ساختار و نحوه عملکرد
- پروتکل‌های رزروسازی
- کارایی در بار پایین **d/(N+d)**، در بار بالا **d/(d+1)**
- تاخیر ارسال یک فریم آماده ارسال: **N(d+1)/2**



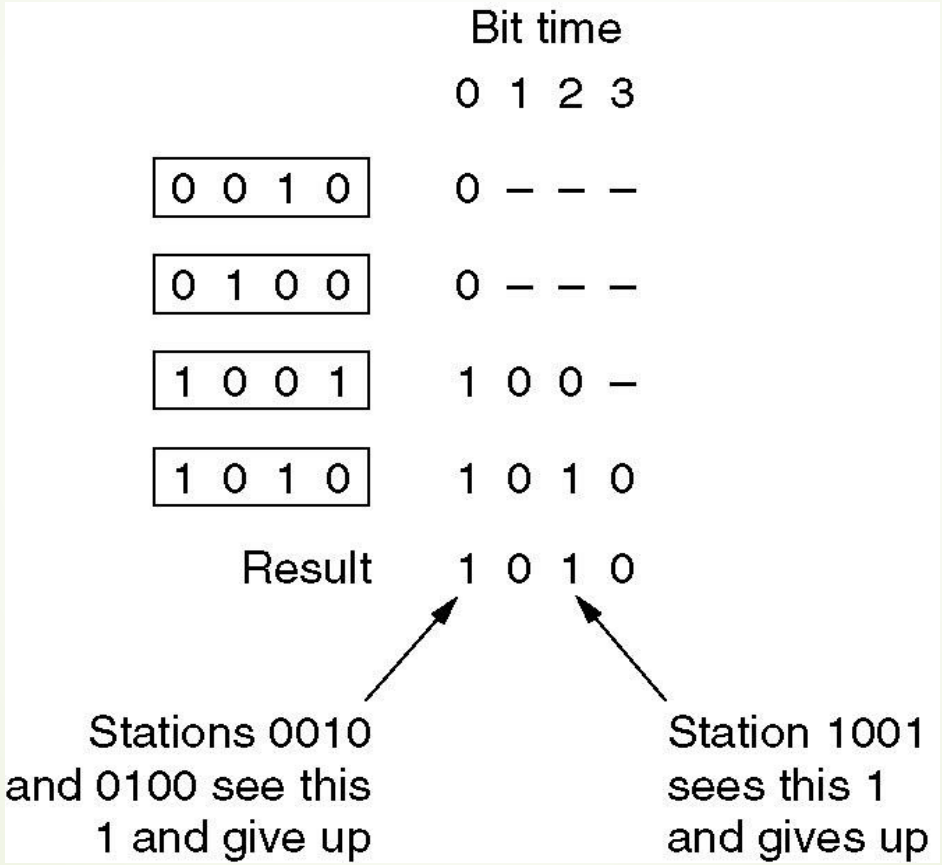
# پروتکل های بدون تصادم

۲. روش شمارش دودوئی معکوس

- هر گره دارای یک آدرس دودویی با طول ثابت است
- اولین بار در سیستم Datakit
- قاعده داوری
- کارائی کانال
- توسط مارک و وارد
  - استفاده از واسطهای موازی به جای واسط سری
  - کاهش اولویت گره برنده (برای رقابت بعدی)

$$d/(d + \log_2 N)$$

# پروتکل های بدون تصادم(ادامه-۲)




پروتکل شمارش دودویی معکوس. خط تیره علامت سکوت ایستگاه است.

# پروتکل های بارقابت محدود

- بررسی استراتژی‌های بنیادی (دو معیار مهم)
  ۱. میزان تاخیر در بار پایین (روش‌های مبتنی بر رقابت ارجح‌ترند)
  ۲. کارائی و بهره کانال در بار بالا (عملکرد بهتر روش‌های بدون تصادم)
- ترکیب روش‌های رقابت و تصادم با روش‌های بدون تصادم
- پروتکل‌های متقارن (احتمال یکسان در اختیارگیری کانال) و نامتقارن
- چگونگی تقسیم ایستگاه‌ها به برش‌های زمانی مستقل
- بررسی حالات خاص

# پروتکل های بارقابت محدود (متقارن)

- k: تعداد ایستگاه‌ها  p: احتمال ارسال

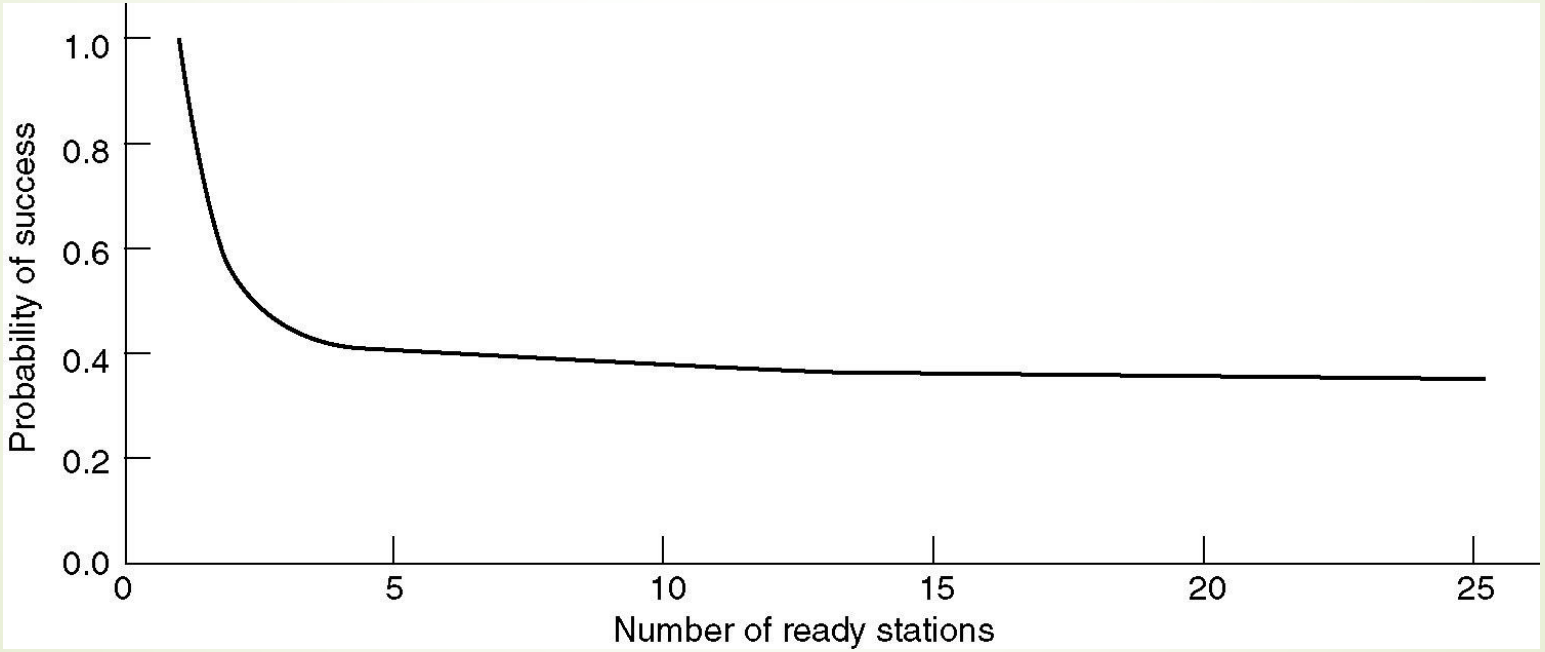
احتمال در اختیار گرفتن کانال توسط یک گره= $k.p.(1-p)^{k-1}$

- P بهینه برابر است با 1/k

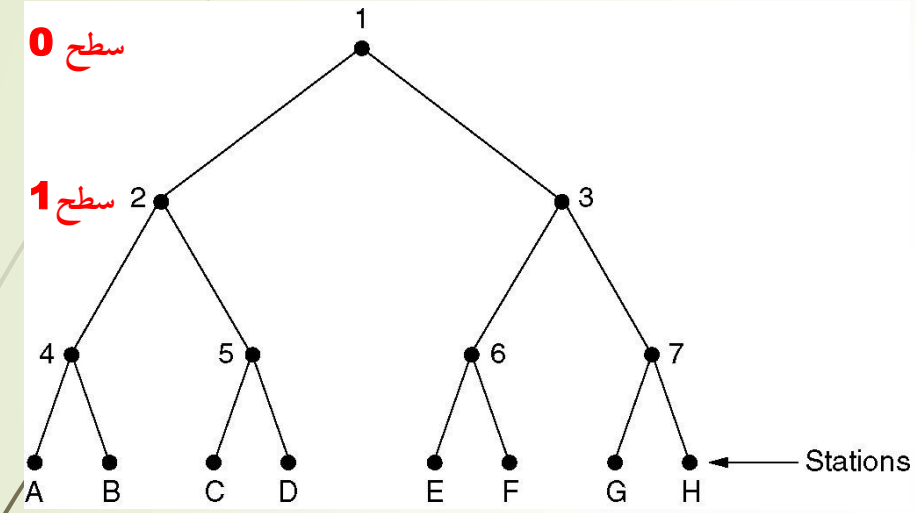
$P_r$[موفقیت در ارسال با بالاترین احتمال] = $[(k-1)/k]^{k-1}$

# پروتکل های بارقابت محدود (متقارن)

منحنی احتمال موفقیت در تصرف کانال برای یک کانال متقارن



# پروتکل های بارقابت محدود(ادامه)




- پروتکل پیمایش وفقی درخت

- شیوه کار الگوریتم
- درخت دودویی شبکه و برگ ها آن
- پیمایش عمقی
- هر چه بار سنگین تر جستجو از سطوح پایین تر
- شماره سطح بهینه برای جستجو از فرمول زیر

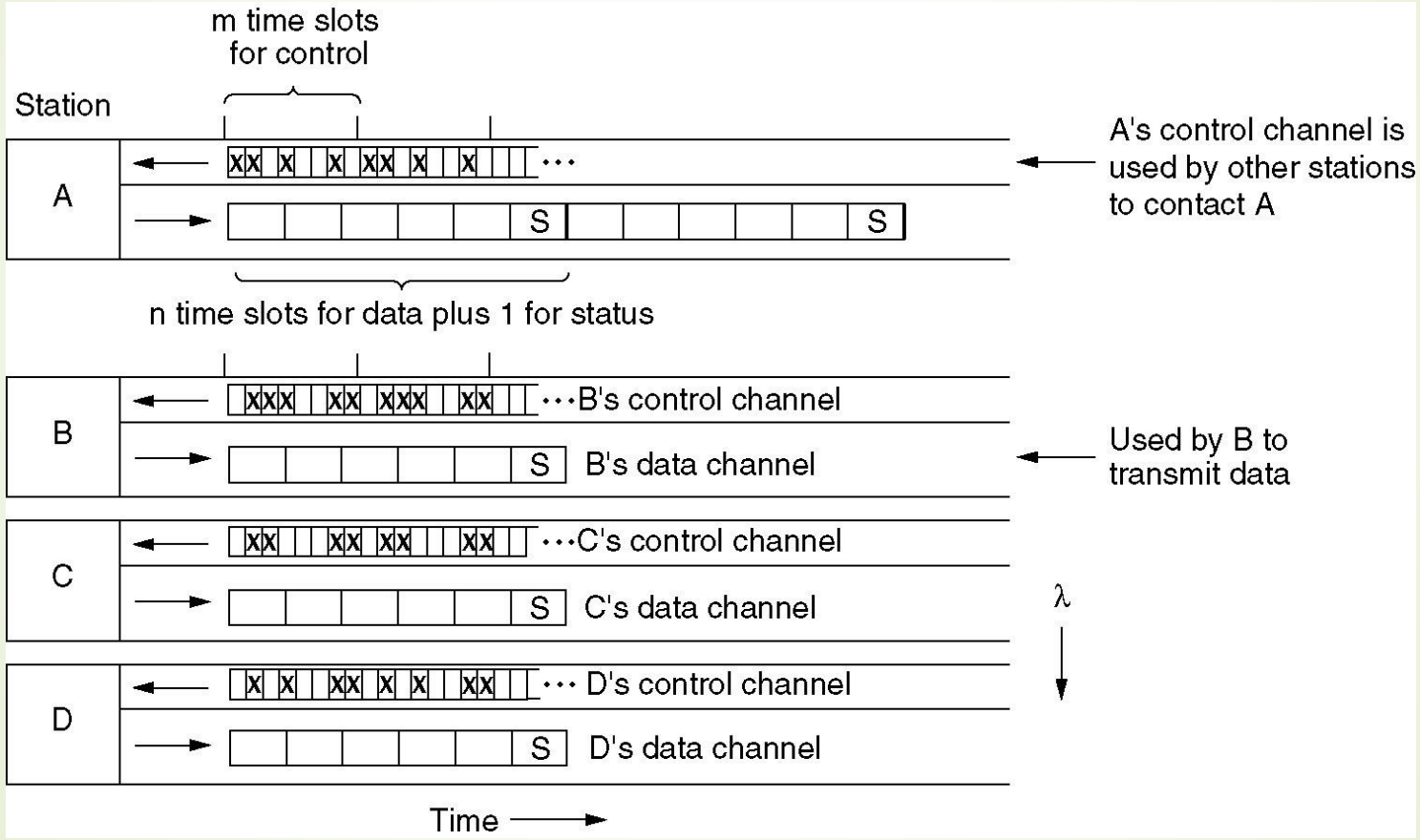
$$i = \log_2 q$$

q: تعداد ایستگاه‌های آماده به کار (توزیع یکنواخت در گره‌ها)

# WDMA

- ساختاریک شبکه محلی کاملا نوری
- انتساب کانال ها
  ۱. کانال با پهنای باند باریک جهت کنترل
  ۲. کانال با پهنای باند وسیع برای ارسال فریم
- سیگنال ساعت و عمل سنکرون سراسری
- رده های متفاوت ترافیک
  ۱. اتصال گرا با نرخ ثابت (ارسال تصاویر ویدئویی)
  ۲. اتصال گرا با نرخ متغیر (انتقال فایل)
  ۳. دیتاگرام (ارسال بسته های Datagram)

# WDMA(ادامه)




دسترسی چندگانه مبتنی بر تقسیم طول موج

# WDMA(ادامه)

- هر ایستگاه دارای دو فرستنده و دو گیرنده
  ۱. یک گیرنده با طول موج ثابت (گوش دادن به کانال کنترلی خود)
  ۲. یک فرستنده با طول موج متغیر (ارسال به کانال کنترلی دیگران)
  ۳. یک فرستنده با طول موج ثابت (ارسال داده)
  ۴. یک گیرنده با طول موج متغیر (دریافت داده)
- برش گزارش وضعیت(s: جهت تعیین وضعیت پر/خالی بودن برهه‌های کانال کنترلی)
- گونه های متفاوت این پروتکل

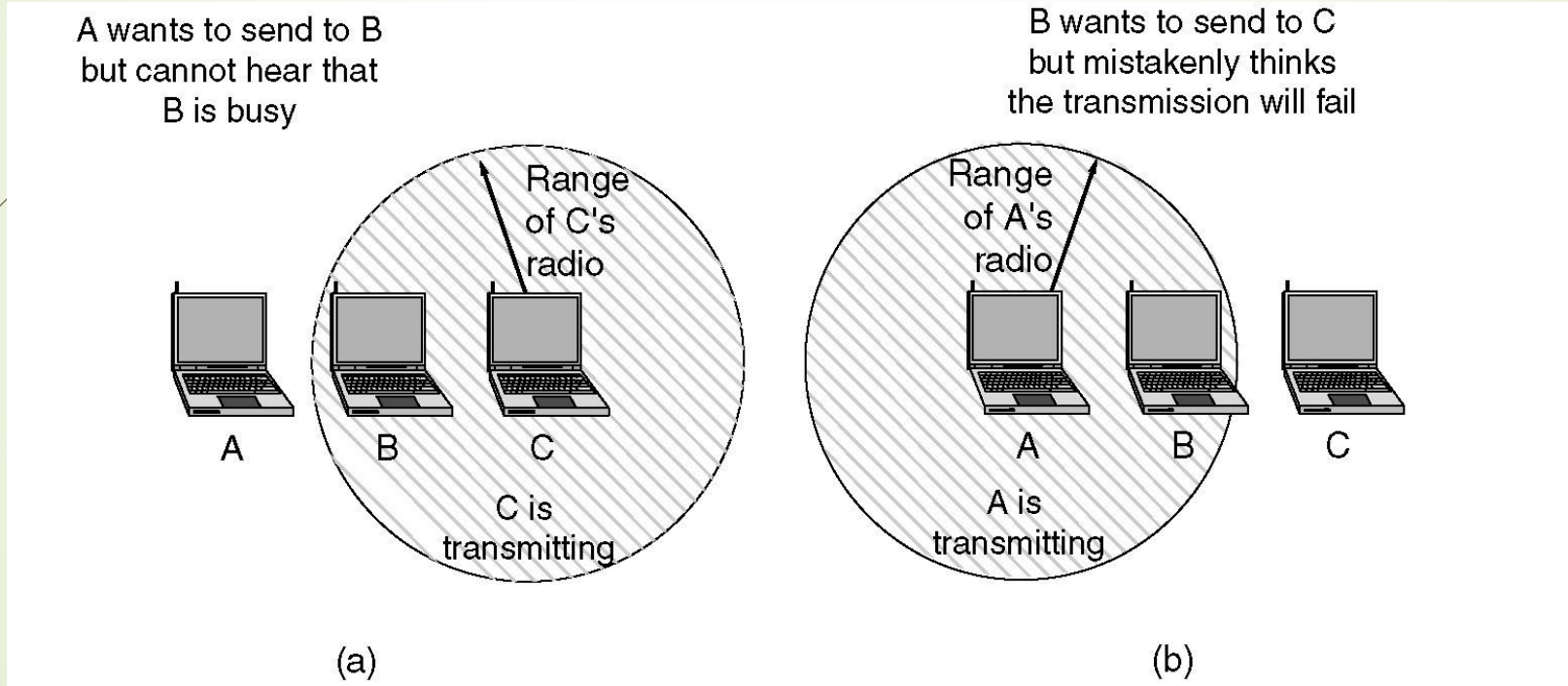
# پروتکل های بی سیم برای شبکه محلی

- تعاریف و ضرورت ها
- معماری و ساختار
  ۱. ایستگاه های ثابت
  ۲. مکانیزم دستیابی
  ۳. کامپیوترهای متحرک
- مشکلات روش CSMA
  - مشکل ایستگاه پنهان
  - مشکل ایستگاه آشکار

# پروتکل های بی سیم برای شبکه محلی(ادامه)

یک شبکه محلی بیسیم (a) A در حال ارسال (b) B در حال ارسال

# ایستگاه مخفی/ آشکار




(a) مشکل ایستگاه مخفی (b) مشکل ایستگاه آشکار

# پروتکل های بی سیم برای شبکه محلی(ادامه)

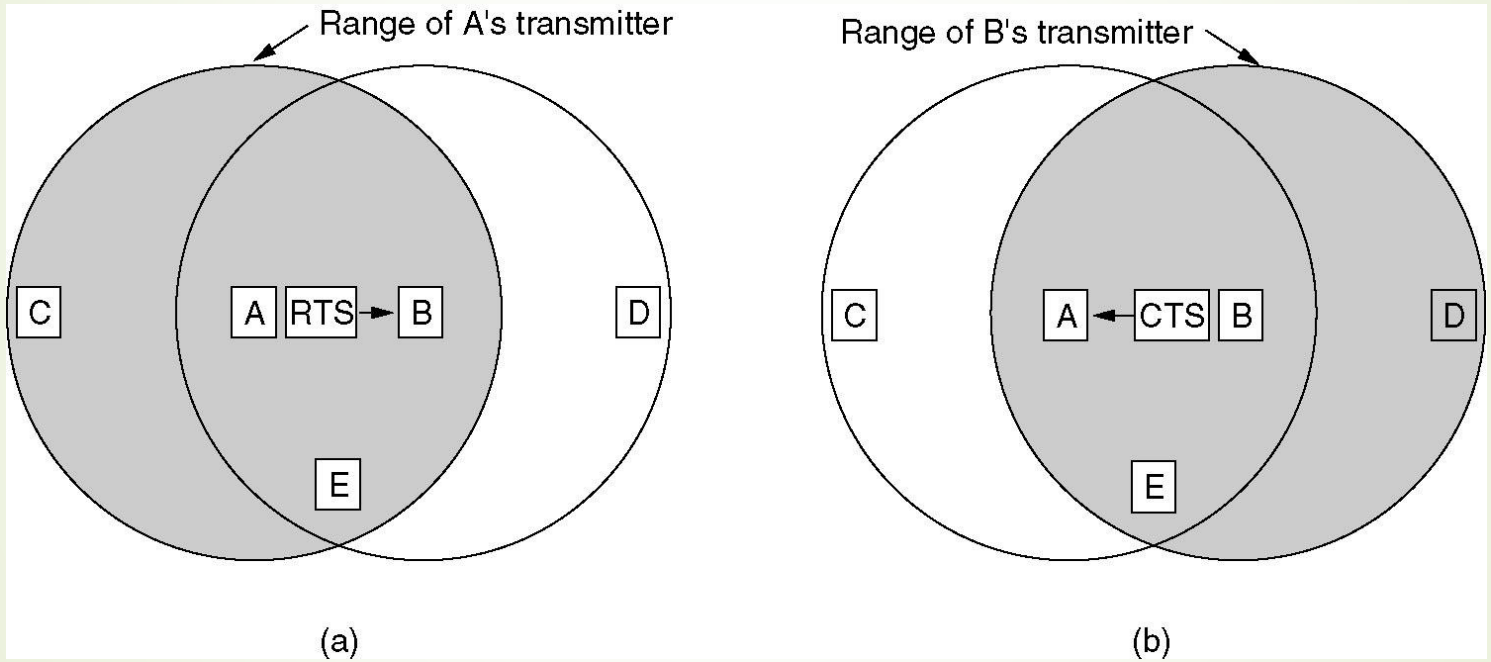
## MACA

- پروتکل دسترسی چندگانه با اجتناب از تصادم
- طرز کار و معماری پروتکل
- حل مشکلات اساسی روش CSMA
- فریم های اساسی RTS و CTS

## MACAW

- بهبود MACA به منظور افزایش کارایی
- فریم کلیدی Ack
- گوش کردن به حامل‌ها برای اجتناب از برخورد RTSها
- ارسال یک RTS برای یک استریم (به جای یک فریم)
- مکانیزم های کنترل ازدحام

# پروتکل های بی سیم برای شبکه محلی(ادامه-۲)




پروتکل MACA (a) A درحال ارسال یک فریم RTS به B (الف) B درحال ارسال فریم پاسخ CTS به A

# اترنت

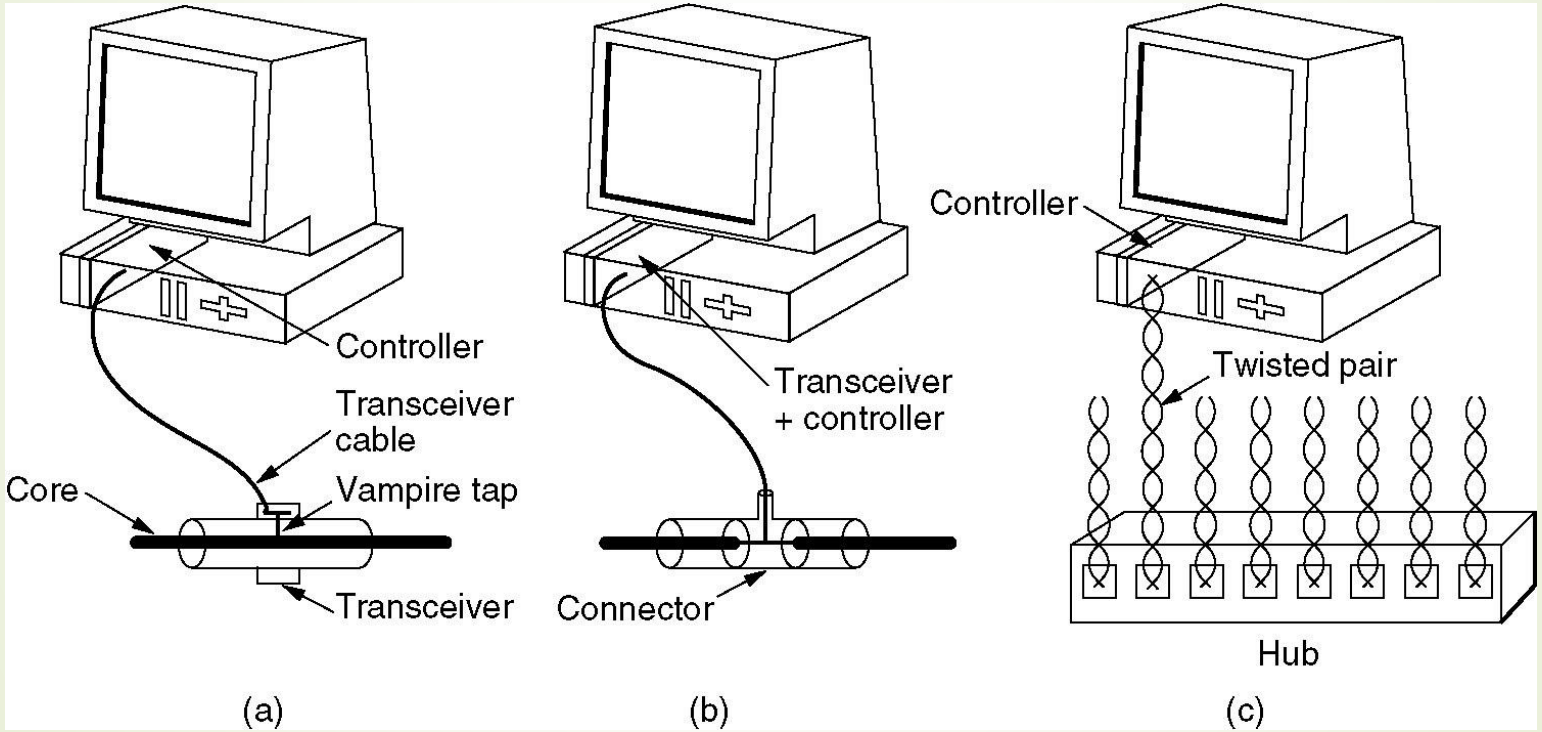
- کابل کشی اترنت 10base
  - کدینگ منچستر
  - پروتکل زیر لایه MAC در اترنت
  - الگوریتم عقب گردنمایی
  - کارائی (بازده) اترنت
- اترنت مبتنی برسوئیچ
- اترنت سریع
- اترنت گیگابایت
- IEEE 802.2: کنترل منطقی لینک(LLC)

# انواع کابل کشی اترنت 10Base

| Name | Cable | Max. seg. | Nodes/seg. | Advantages |
|---|---|---|---|---|
| 10Base5 | Thick coax | 500 m | 100 | Original cable; now obsolete |
| 10Base2 | Thin coax | 185 m | 30 | No hub needed |
| 10Base-T | Twisted pair | 100 m | 1024 | Cheapest system |
| 10Base-F | Fiber optics | 2000 m | 1024 | Best between buildings |

رایجترین انواع کابل کشی

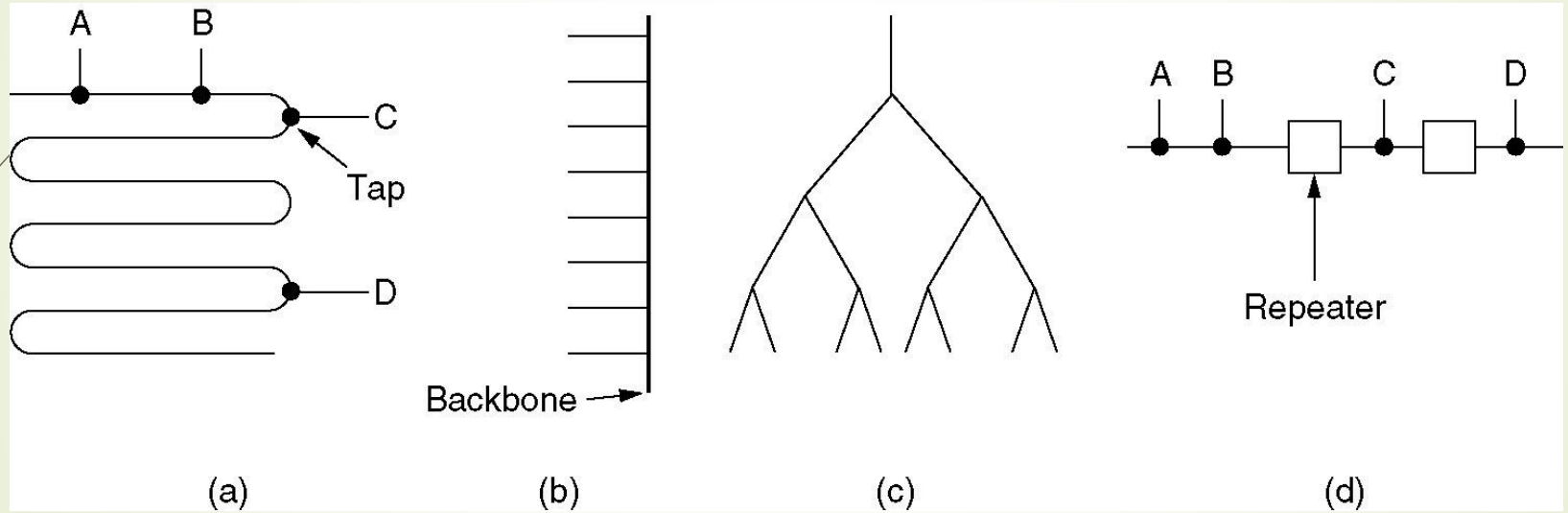
# انواع اترنت 10Base




سه روش کابل کشی اترنت 10Base5(a) 10Base2(b)

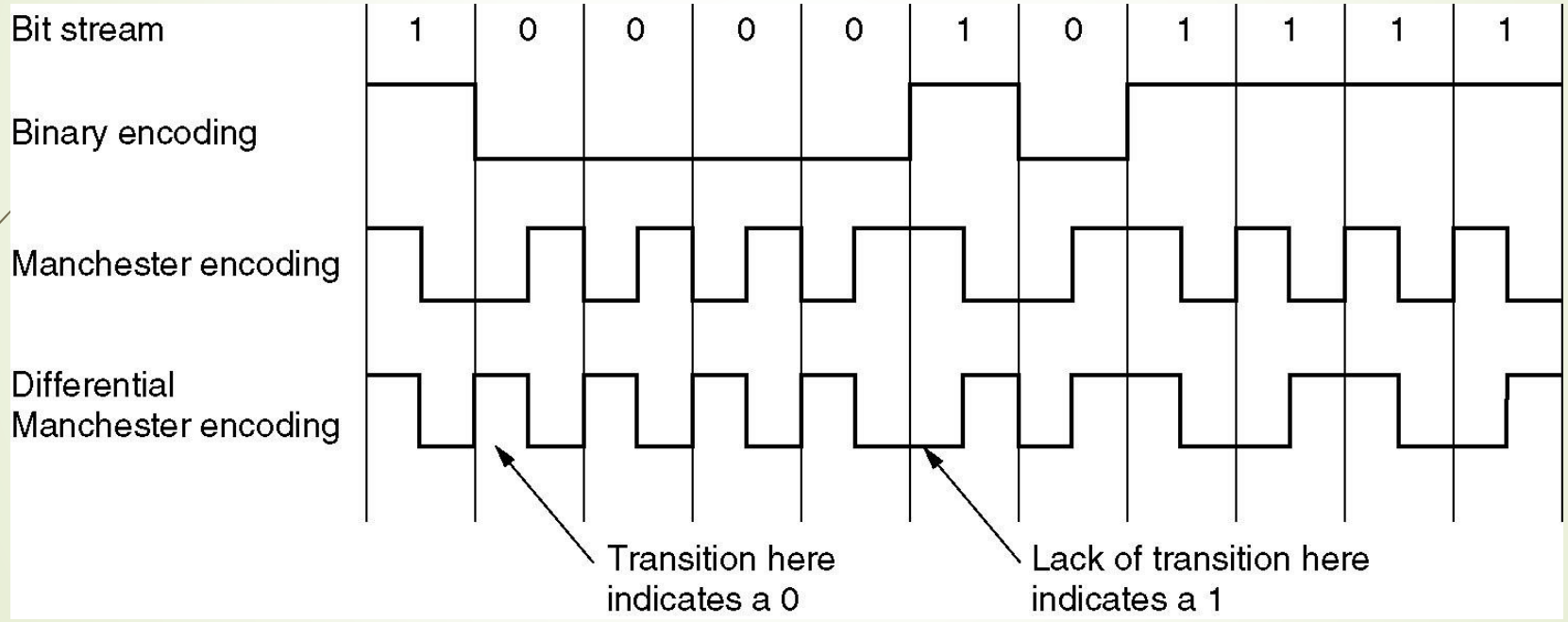
10Base-T(c)

# توپولوژی



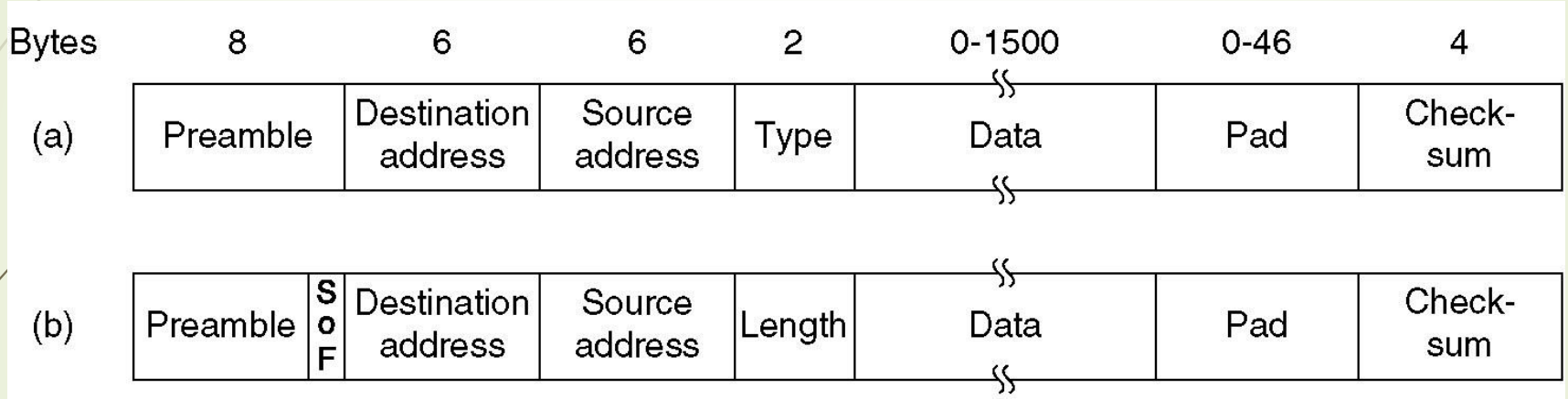

توپولوژی های مختلف کابل (a) خطی (b) ستون فقرات (c) درختی (d) چندبخشی.

# کدگذاری اترنت




(a) کدینگ باینری معمولی (b) کدینگ منچستر (c) کدینگ منچستر تفاضلی

# ساختار فریم اترنت

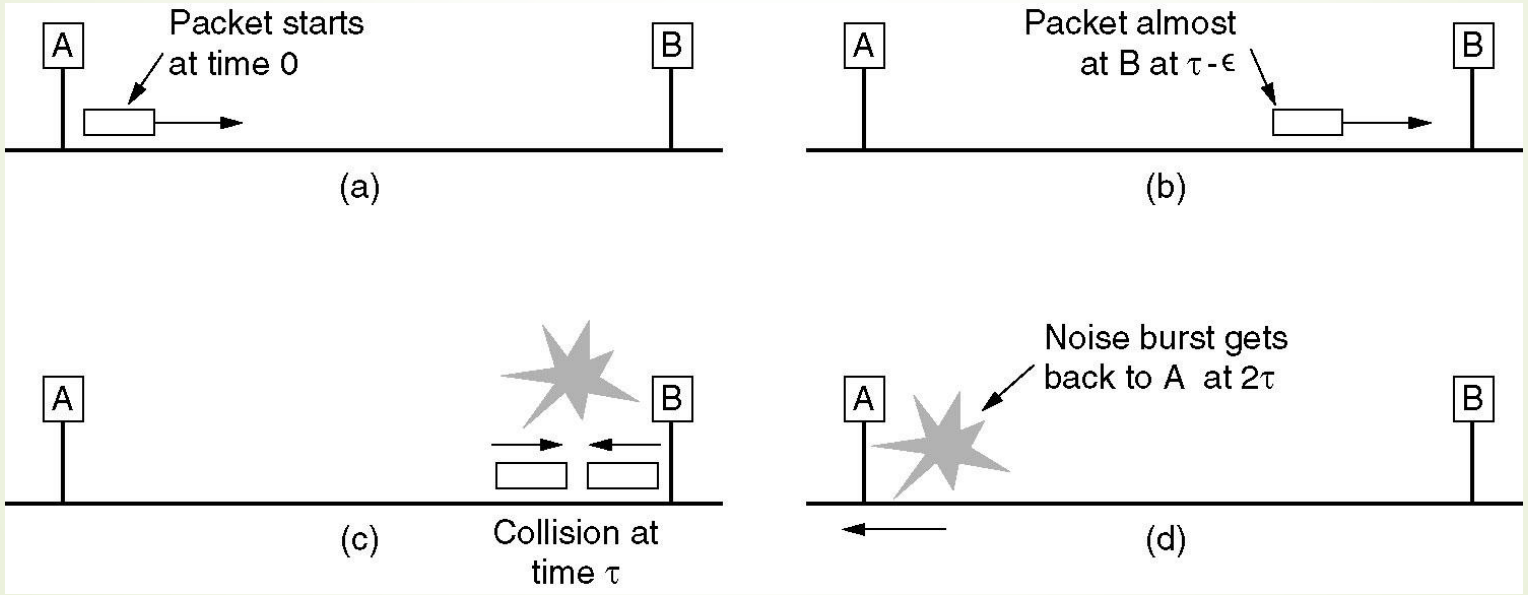



Preamble: 1010101010101010....
SOF:Start Of Frame: 10101011

آدرس MAC (۴۶ بیت)

قالب فریم (a) اترنت DIX (b) اترنت IEEE 802.3

# زمان کشف تصادم



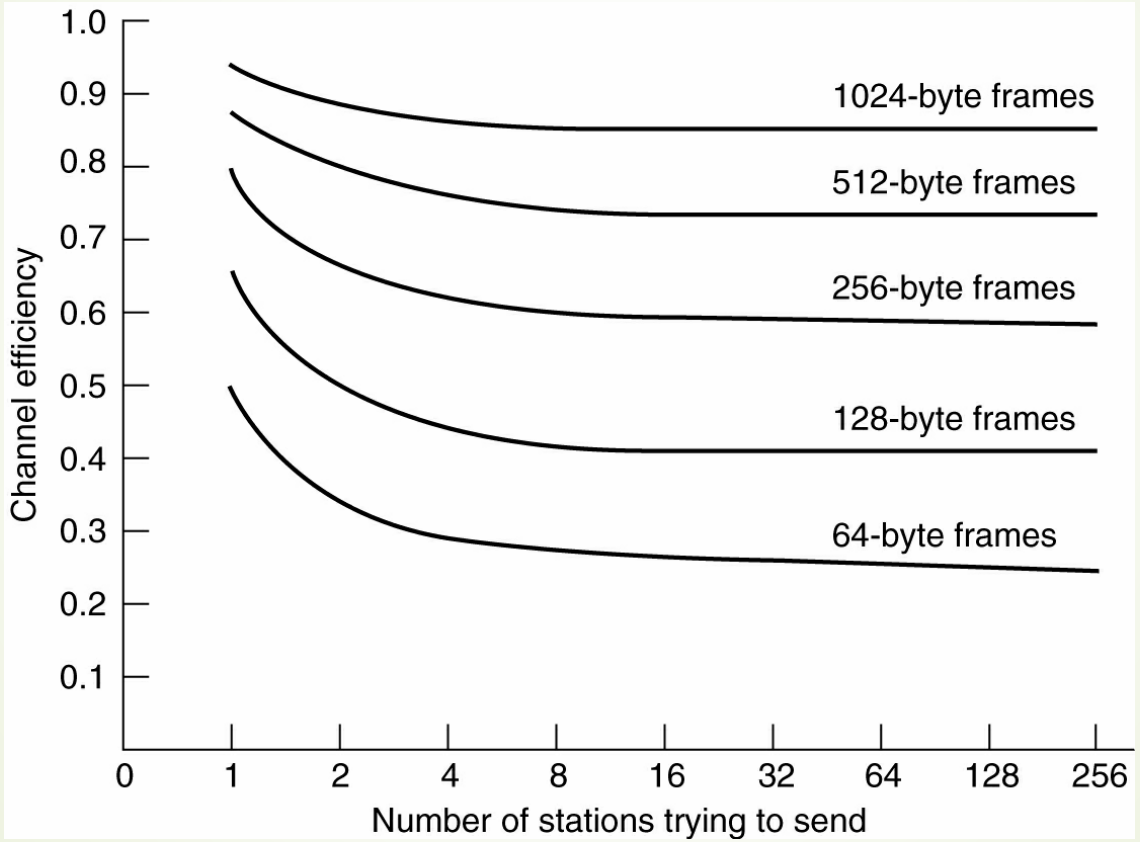

کشف تصادم می تواند تا زمان $2\tau$ طول بکشد

# الگوریتم عقب‌گرد نمایی

**در اترنت10base :**

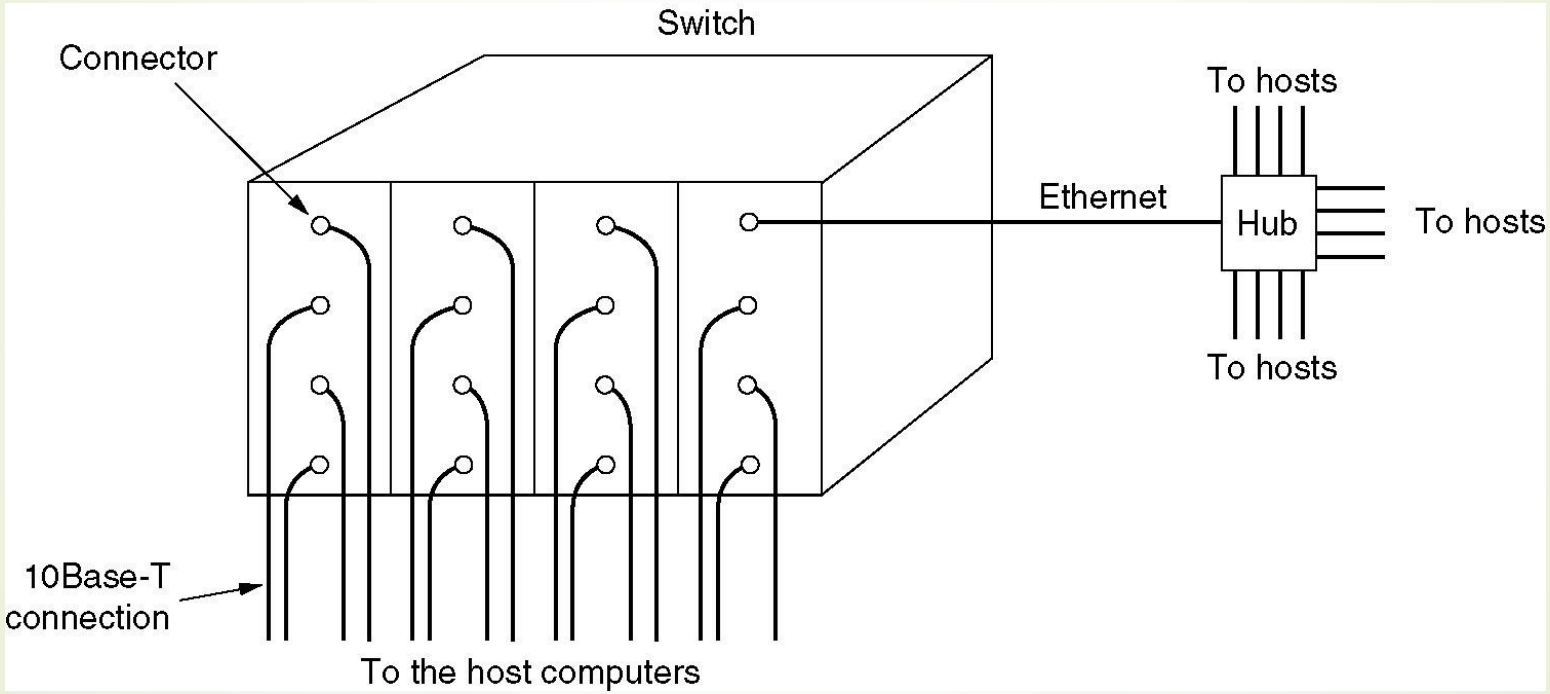
- **اندازه یک برش زمانی:** $2\tau$ تقریبا برابر ۶۴ بایت= ۵۱۲ بیت = ۵۱/۲ میکرو ثانیه
- **در تصادم پیاپی *i*ام:** عدد تصادفی تولید شده بین 0 و $2^{i}-1$
- حداکثر i برابر ۱۰
- حداکثر تکرار ارسال برابر ۱۶

# منحنی کارایی اترنت




منحنی کارائی کانال در اترنت 10 Mbps با فرض برش های رقابت ۵۱۲ بیتی

# اترنت مبتنی بر سوئیچ




مثالی ساده از اترنت مبتنی بر سوئیچ

# اترنت 100Base

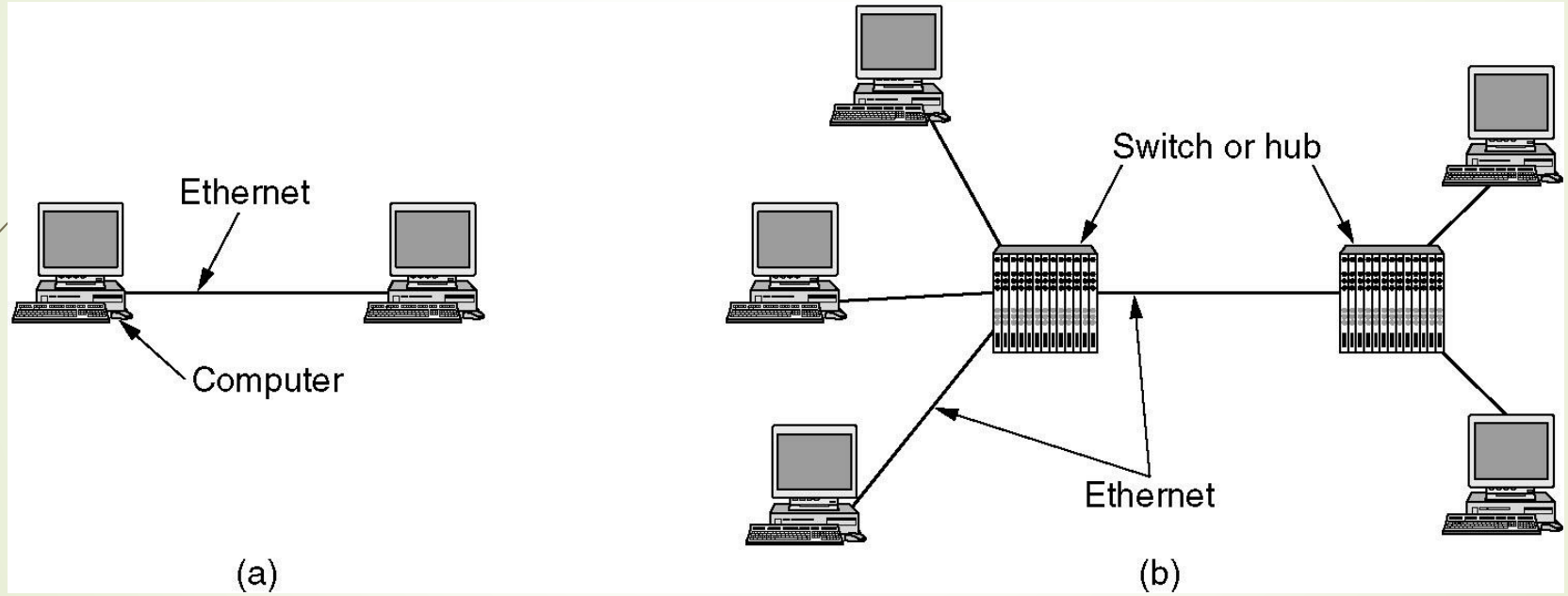
جمع آوری کمیته 802.3 در IEEE، ارائه دو پیشنهاد:

- حفظ نام اترنت به خاطر مسائل تجاری، و افزایش سرعت – اترنت سریع (802.3u)
  - کاهش زمان یک بیت از 100 به 10 نانوثانیه ، توسط کاهش طول کانال
- ایجاد 802.12 با همکاری HP

پیکره بندی خودکار سوئیچ

| Name | Cable | Max. segment | Advantages |
|---|---|---|---|
| 100Base-T4 | Twisted pair | 100 m | Uses category 3 UTP |
| 100Base-TX | Twisted pair | 100 m | Full duplex at 100 Mbps |
| 100Base-FX | Fiber optics | 2000 m | Full duplex at 100 Mbps; long runs |

# اترنت گیگا بیت 802.3z



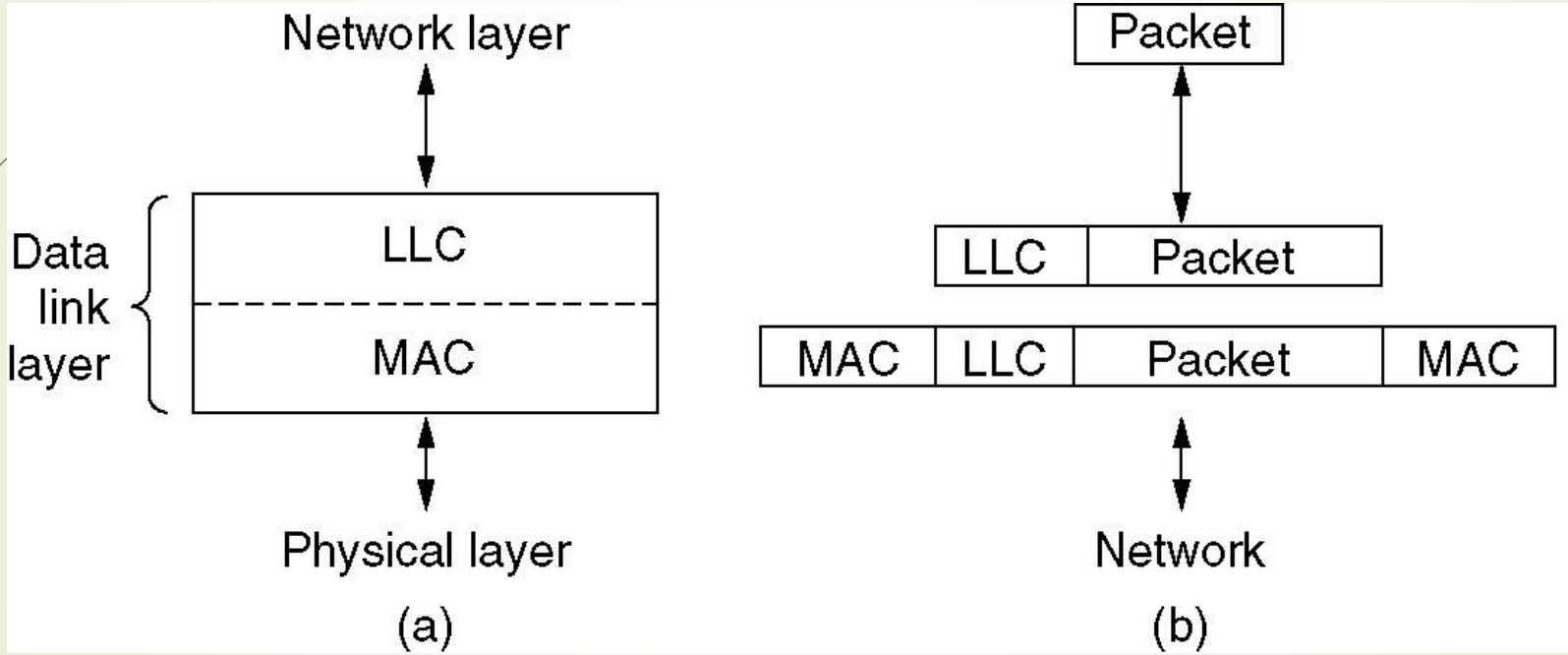

(a) اترنت گیگابیت با دوایستگاه.  (b) اترنت گیگابیت با چند ایستگاه

# انواع اترنت گیگا بیت

| Name | Cable | Max. segment | Advantages |
|---|---|---|---|
| 1000Base-SX | Fiber optics | 550 m | Multimode fiber (50, 62.5 microns) |
| 1000Base-LX | Fiber optics | 5000 m | Single (10 μ) or multimode (50, 62.5 μ) |
| 1000Base-CX | 2 Pairs of STP | 25 m | Shielded twisted pair |
| 1000Base-T | 4 Pairs of UTP | 100 m | Standard category 5 UTP |

اترنت ۱۰ گیگابیت 802.3ae .....

# اترنت(ادامه-۱۳)

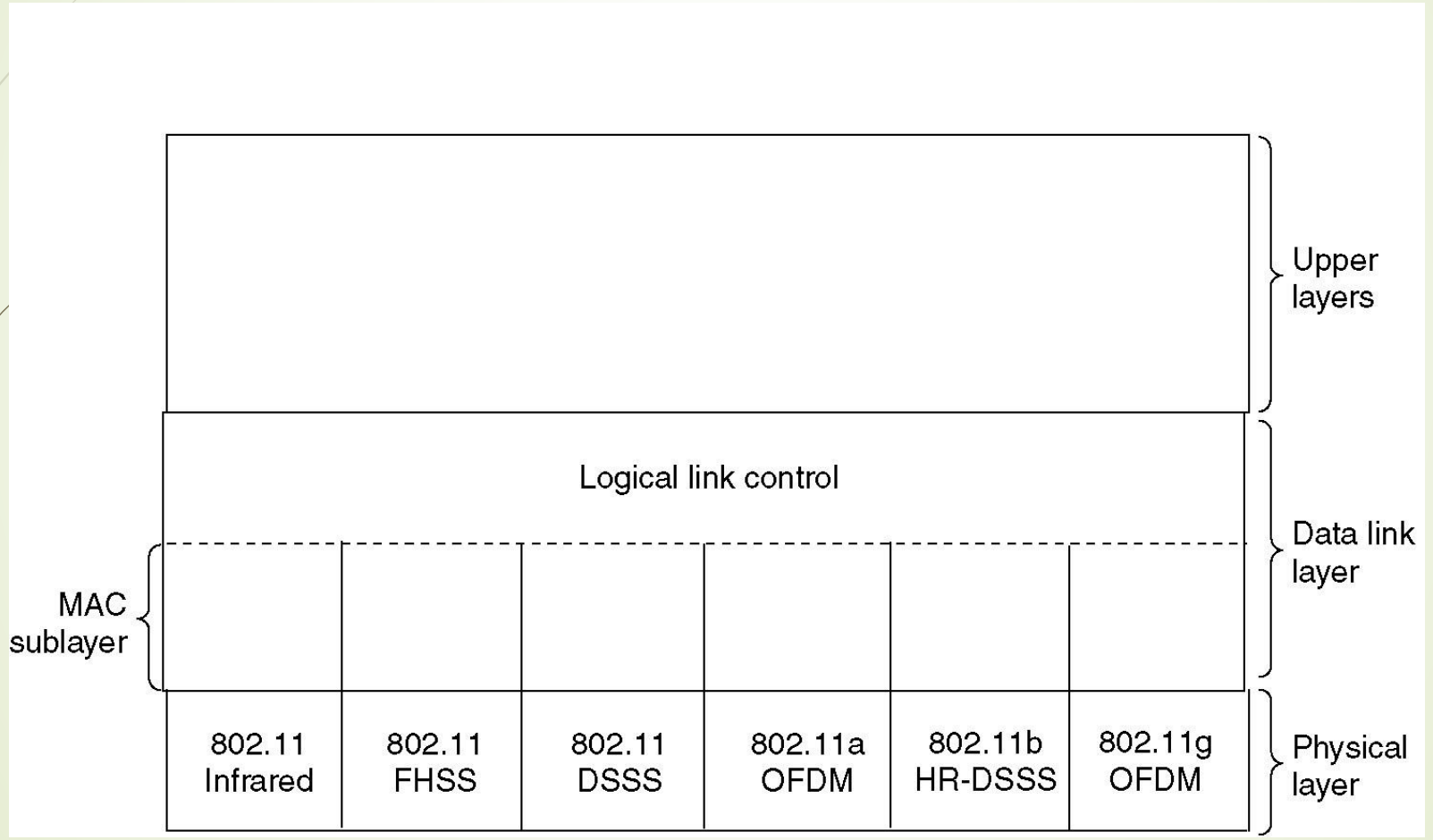



(a) موقعیت LLC در پشته پروتکی (b) قالب های پروتکل

# شبکه های محلی بی سیم

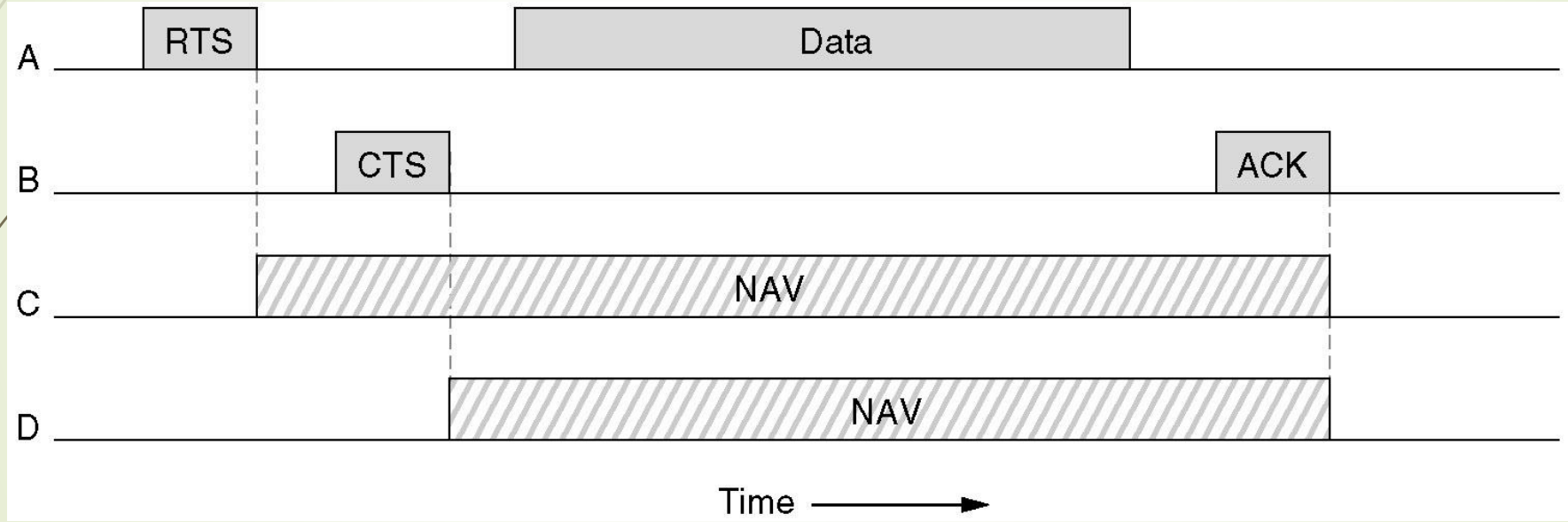
- پشته پروتکلی 802.11
- لایه فیزیکی در 802.11
- پروتکل زیر لایه MAC در 802.11
- ساختار فریم 802.11
- خدمات

# شبکه های محلی بی سیم(ادامه)



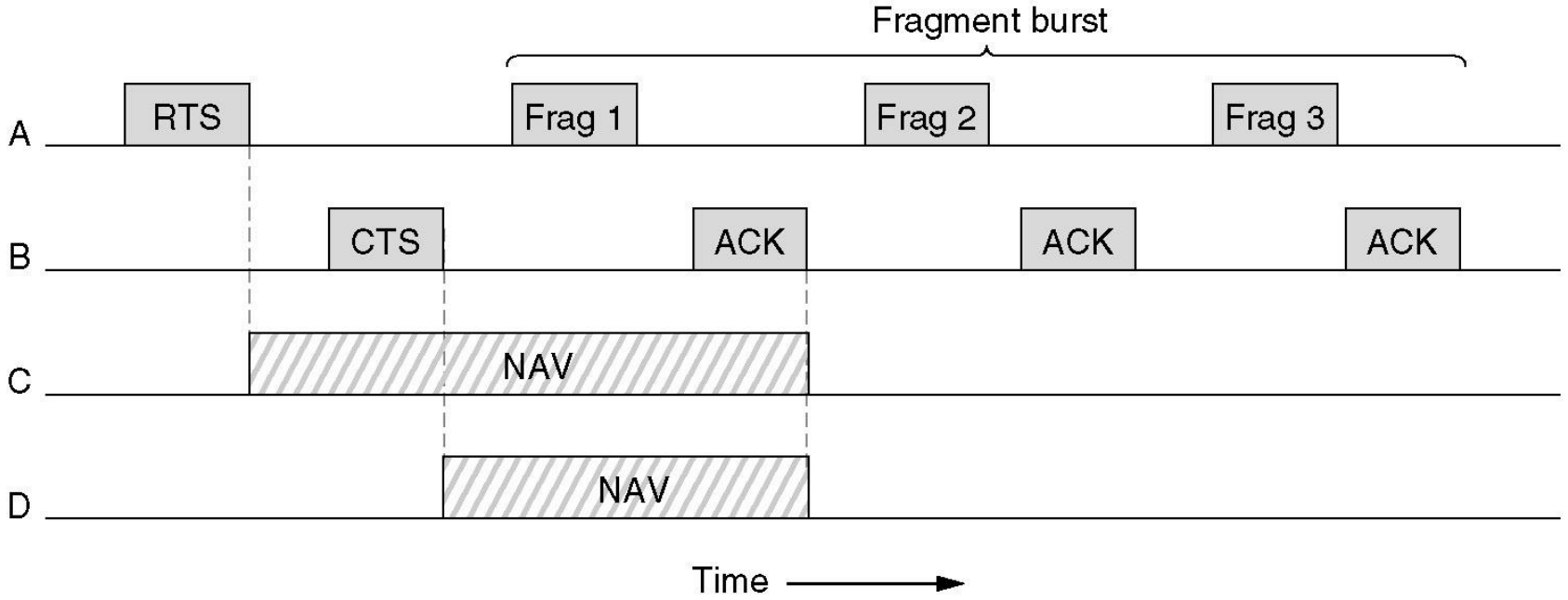

بخشی از پشته پروتکلی 802.11

# شبکه های محلی بی سیم(ادامه-۳)



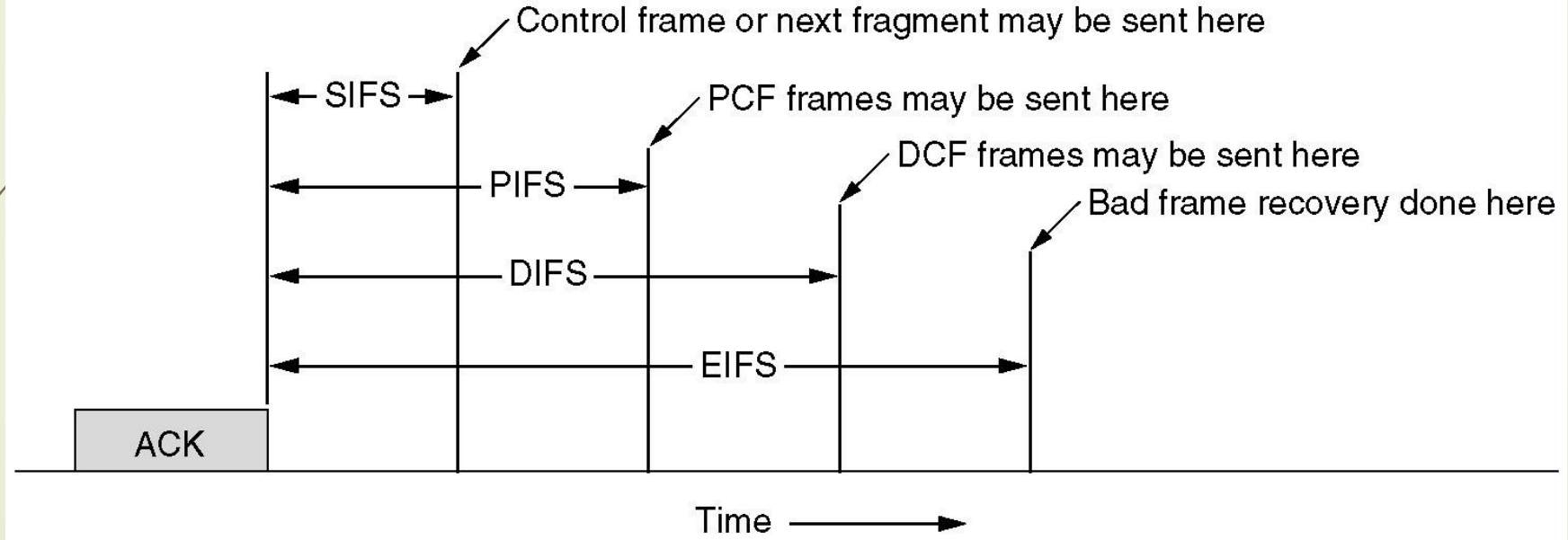

کاربرد کانال مجازی در روش CSMA/CA

# شبکه های محلی بی سیم(ادامه-۴)



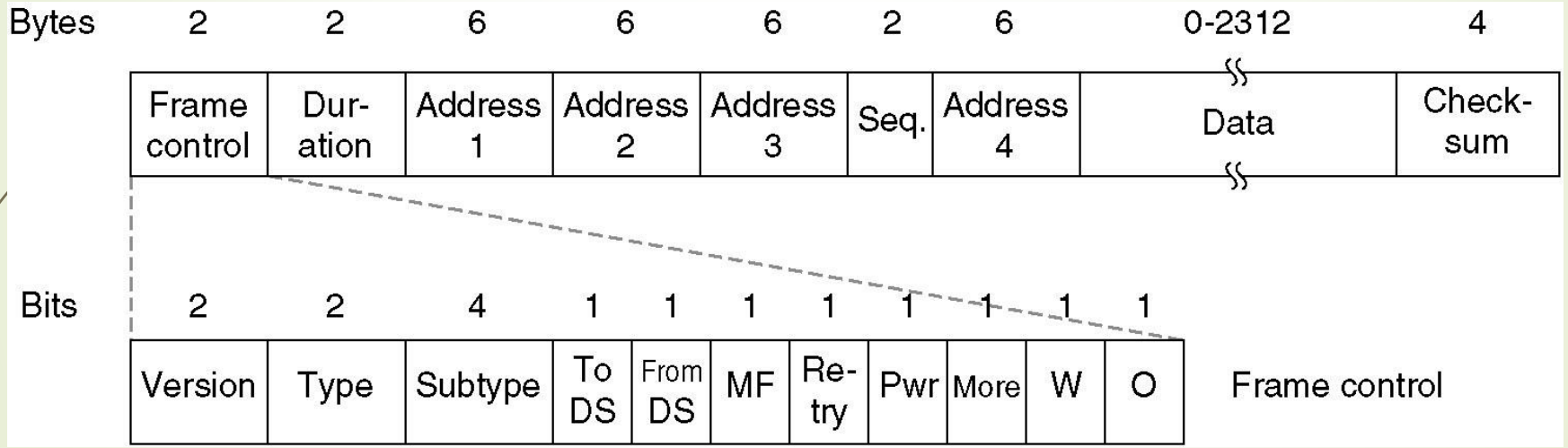

ارسال انفجاری چند قطعه

# شبکه های محلی بی سیم(ادامه-۵)




802.11فاصله زمانی بین فریم ها در

# شبکه های محلی بی سیم(ادامه-۶)

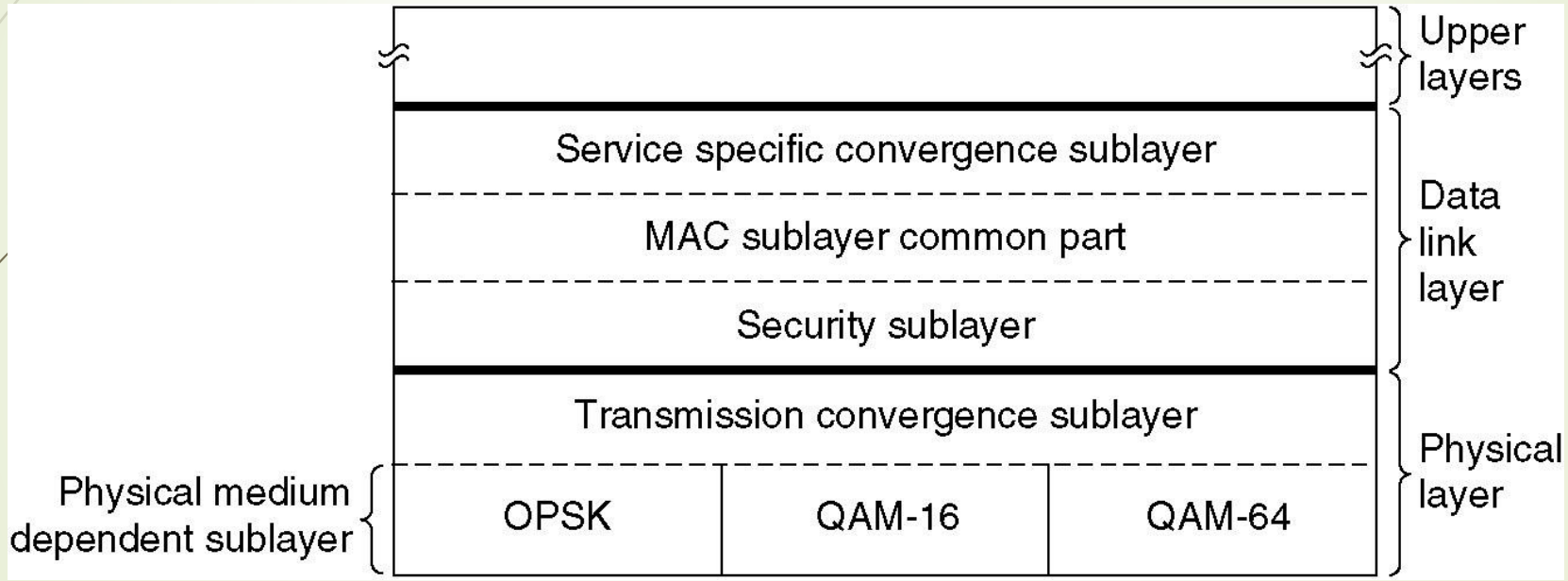



فریم های داده در 802.11

# بی سیم با باند گسترده

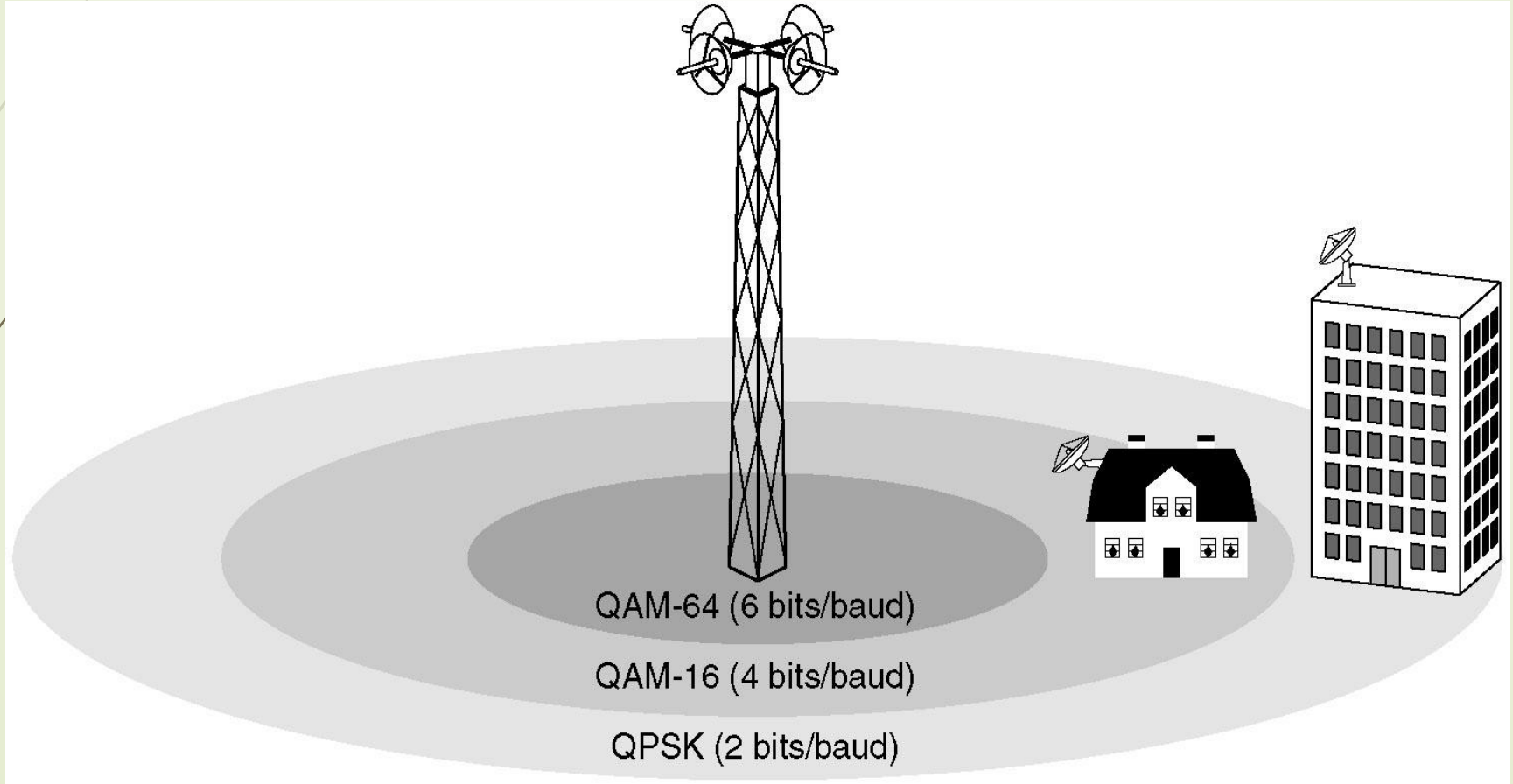
- مقایسه 802.11 با 802.16
- پشته پروتکلی 802.16
- لایه فیزیکی در 802.16
- پروتکل زیر لایه MAC در 802.16
- ساختار فریم در 802.16

# بی سیم با باند گسترده(ادامه)



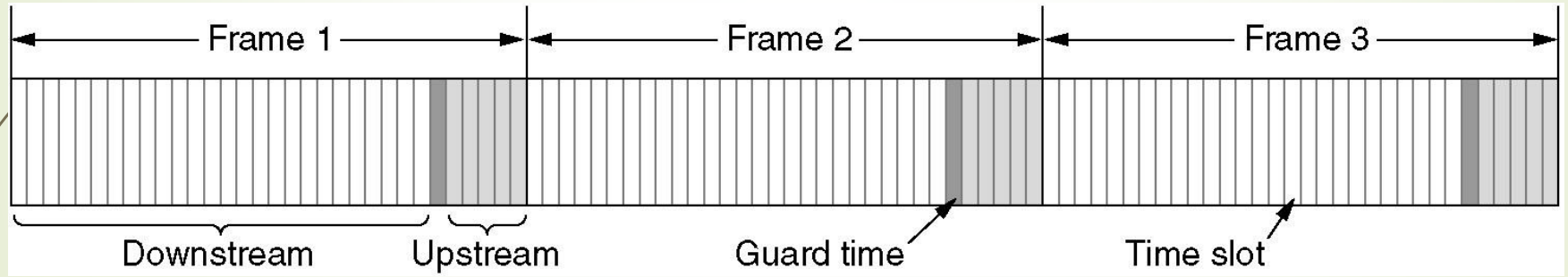

پشته پروتکلی 802.16

# بی سیم با باند گسترده(ادامه-۲)



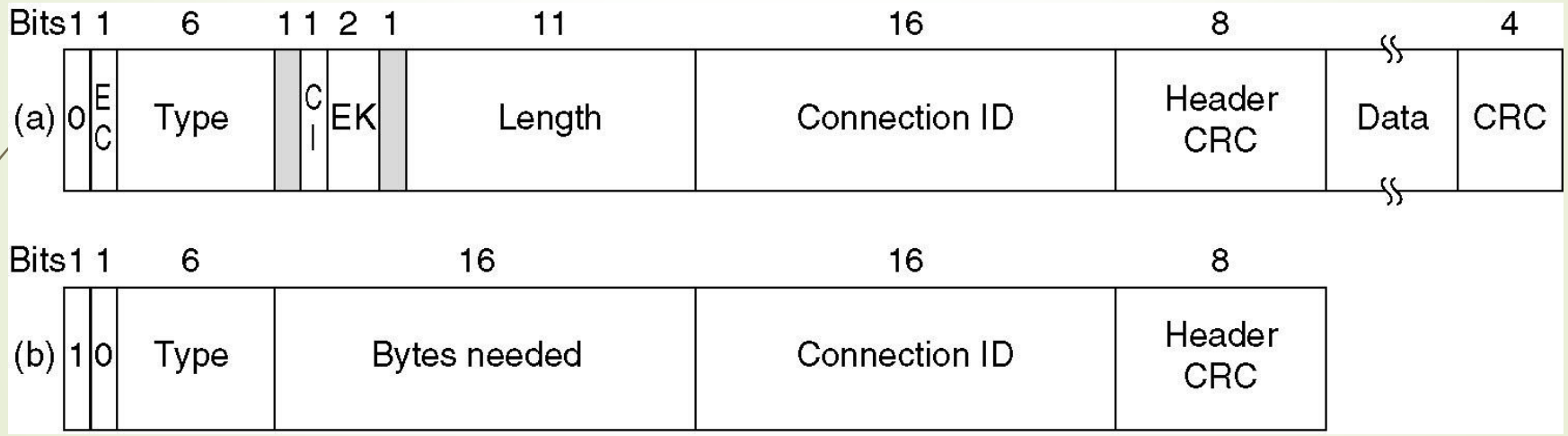

محیط انتقال در 802.16

# بی سیم با باند گسترده(ادامه-۳)




فریم ها وبرش های زمانی در روش TDD

# بی سیم با باند گسترده(ادامه-۴)

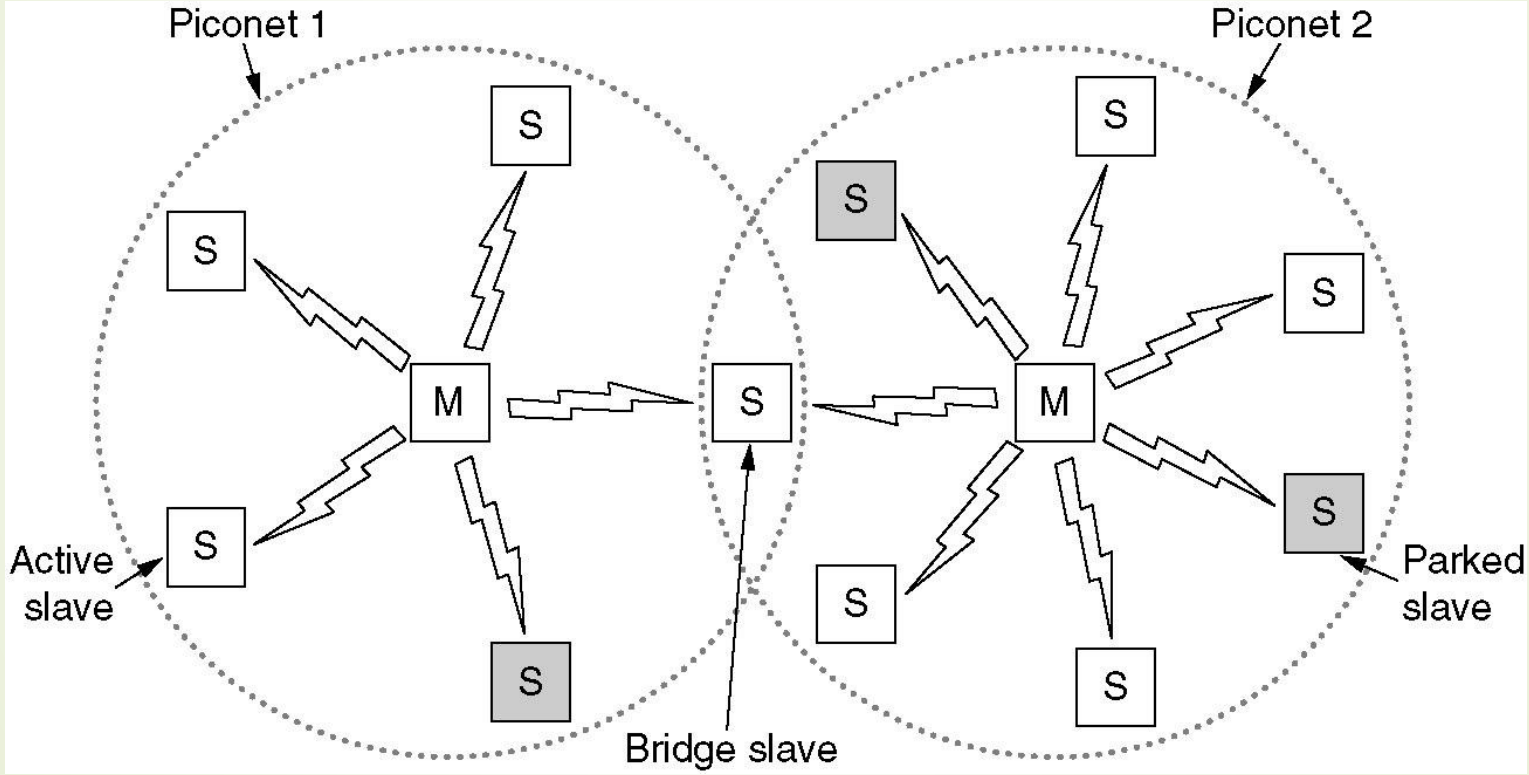



(a) قالب عمومی فریم. (b) فریم تقاضای پهنای باند.

# بلوتوث

- تاریخچه
- معماری بلوتوث
- کاربردهای بلوتوث
- پشته پروتکلی بلوتوث
- لایه رادیویی در بلوتوث
- لایه باند پایه در بلوتوث
- لایه L2CAP در بلوتوث
- ساختار فریم در بلوتوث

# بلوتوث(ادامه)



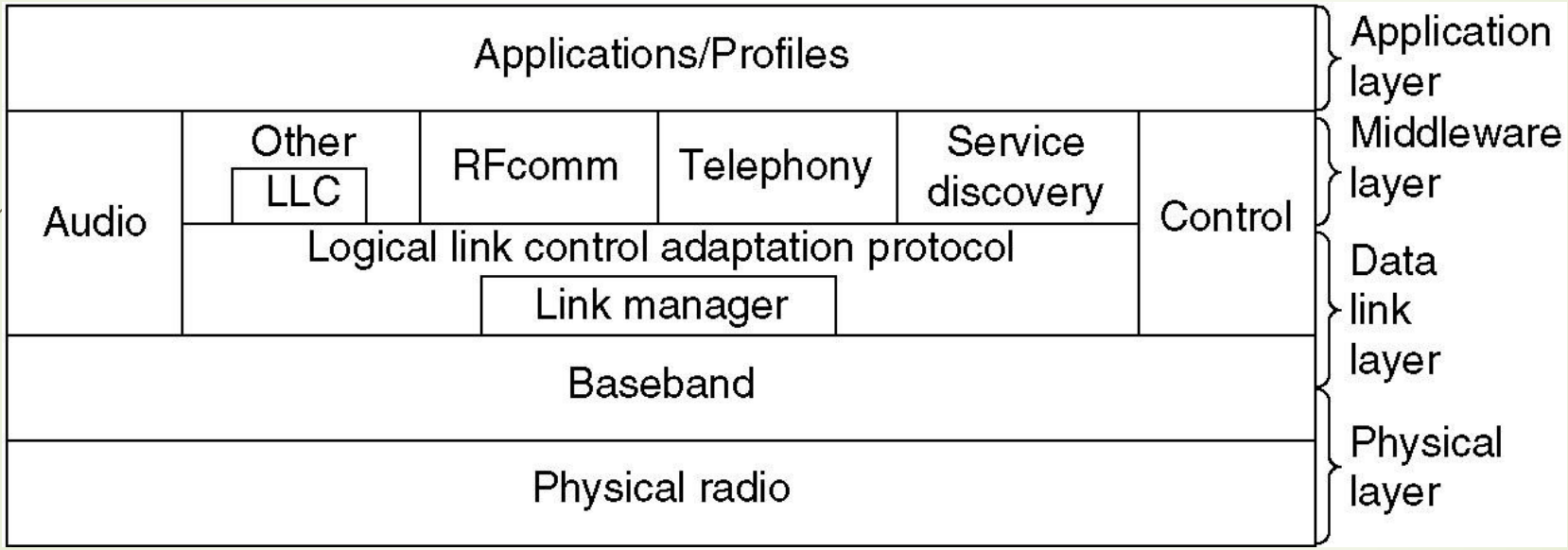

دو پیکونت می توانند با اتصال بهم یک اسکاترنت تشکیل بدهند.

# بلوتوث(ادامه-۲)

| Name | Description |
|---|---|
| Generic access | Procedures for link management |
| Service discovery | Protocol for discovering offered services |
| Serial port | Replacement for a serial port cable |
| Generic object exchange | Defines client-server relationship for object movement |
| LAN access | Protocol between a mobile computer and a fixed LAN |
| Dial-up networking | Allows a notebook computer to call via a mobile phone |
| Fax | Allows a mobile fax machine to talk to a mobile phone |
| Cordless telephony | Connects a handset and its local base station |
| Intercom | Digital walkie-talkie |
| Headset | Intended for hands-free voice communication |
| Object push | Provides a way to exchange simple objects |
| File transfer | Provides a more general file transfer facility |
| Synchronization | Permits a PDA to synchronize with another computer |

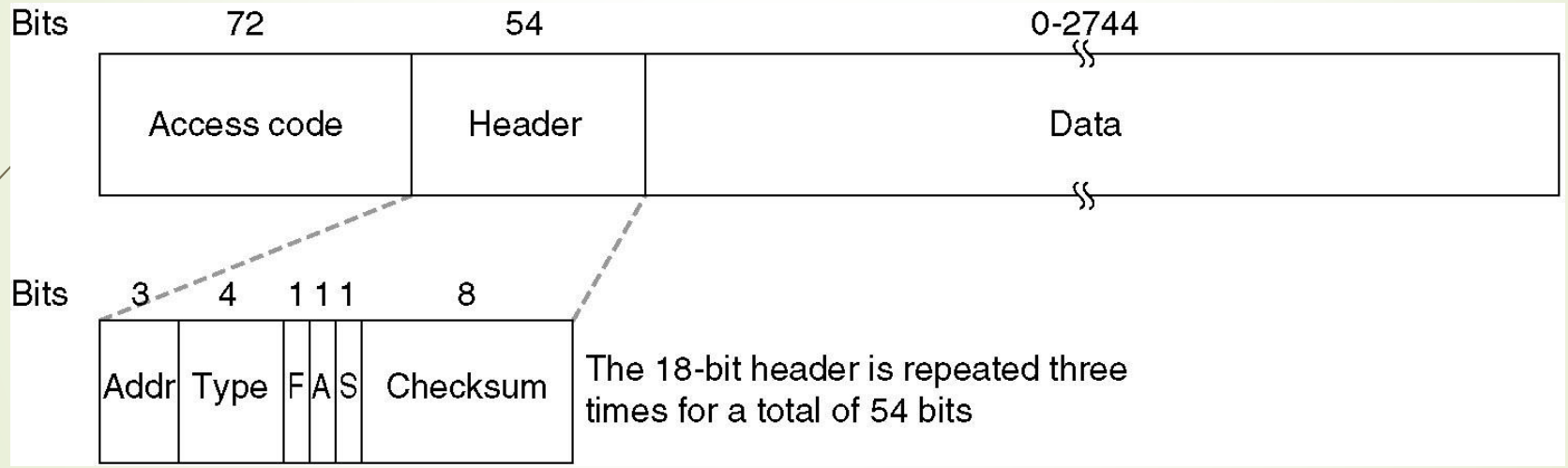
پروفایل های بلوتوث

# بلوتوث(ادامه-۳)




نسخه 802.15 از معماری پروتکل بلوتوث

# بلوتوث(ادامه-۴)

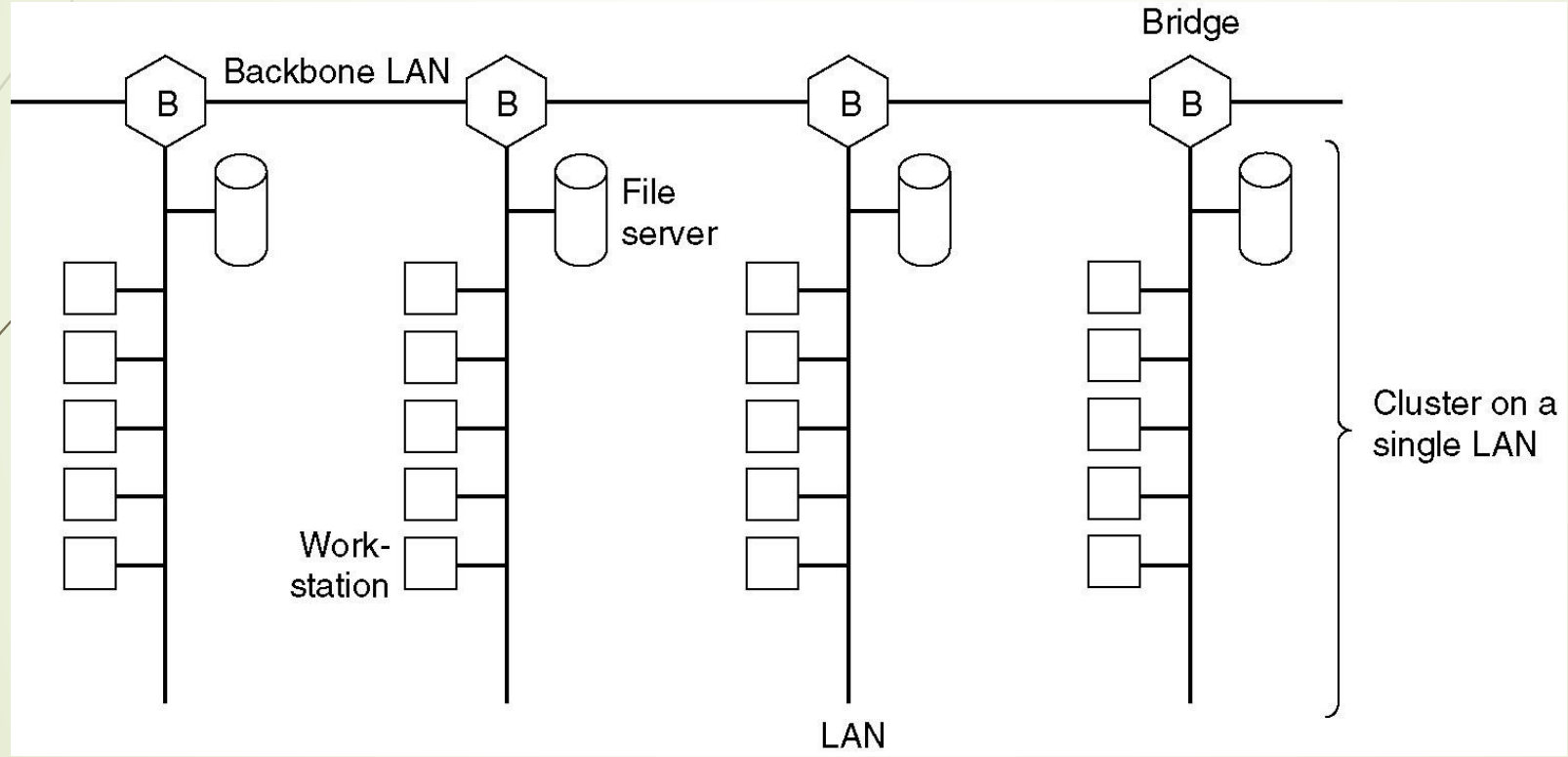



قالب کلی فریم داده در بلوتوث

# هدایت در سطح لایه پیوند داده ها

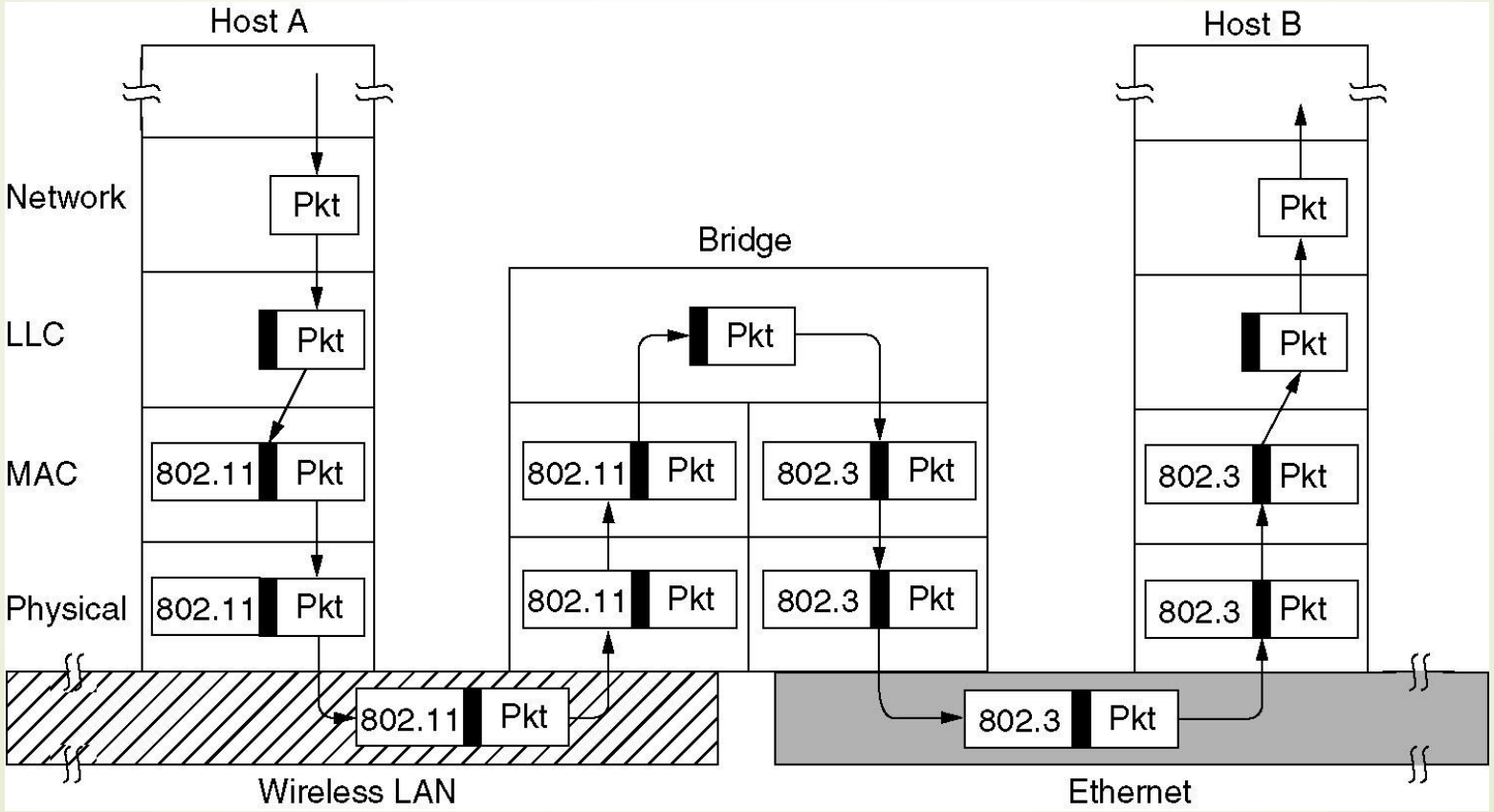
- مفاهیم اولیه
- پل هایی از 802.x به 802.y
- بهم بندی شبکه ها به صورت محلی
- پل هایی مبتنی بر درخت پوشا
- پل های راه دور
- تکرارکننده، هاب، پل، سوئیچ، مسیریاب و دروازه
- شبکه های محلی مجازی

# هدایت در سطح لایه پیوند داده ها(ادامه)



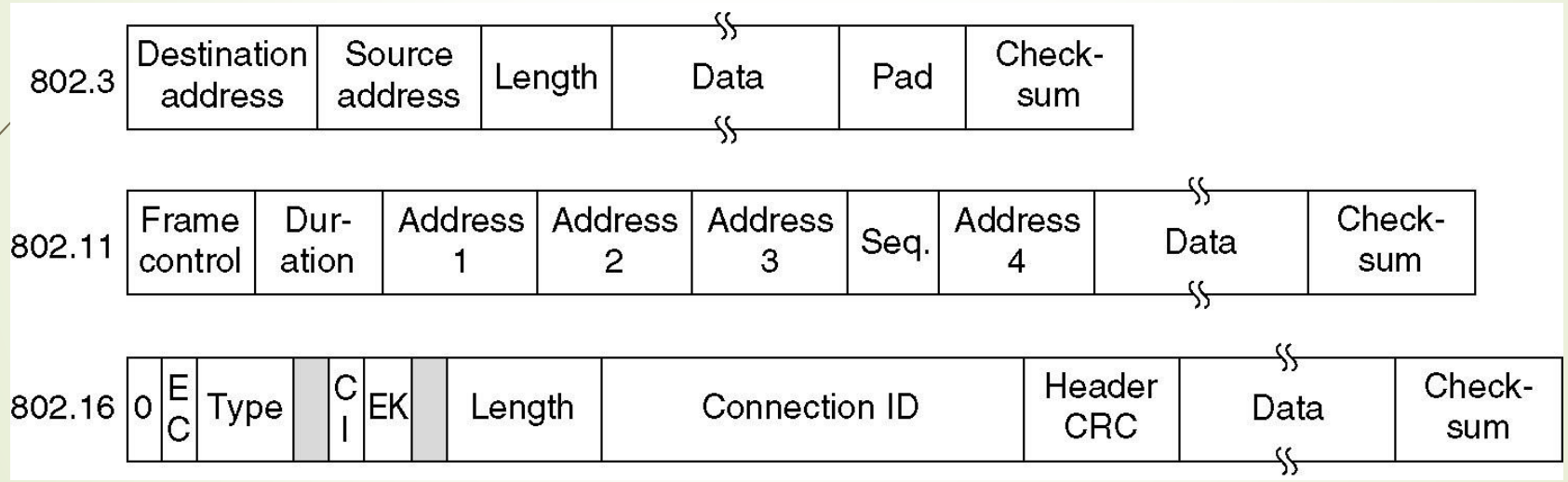

چندید LAN از طریق یک ستون فقرات بهم متصل شده اند تا ظرفیت کل حمل بار آن از ظرفیت یک LAN واحد بیشتر باشد.

# هدایت در سطح لایه پیوند داده ها(ادامه-۲)



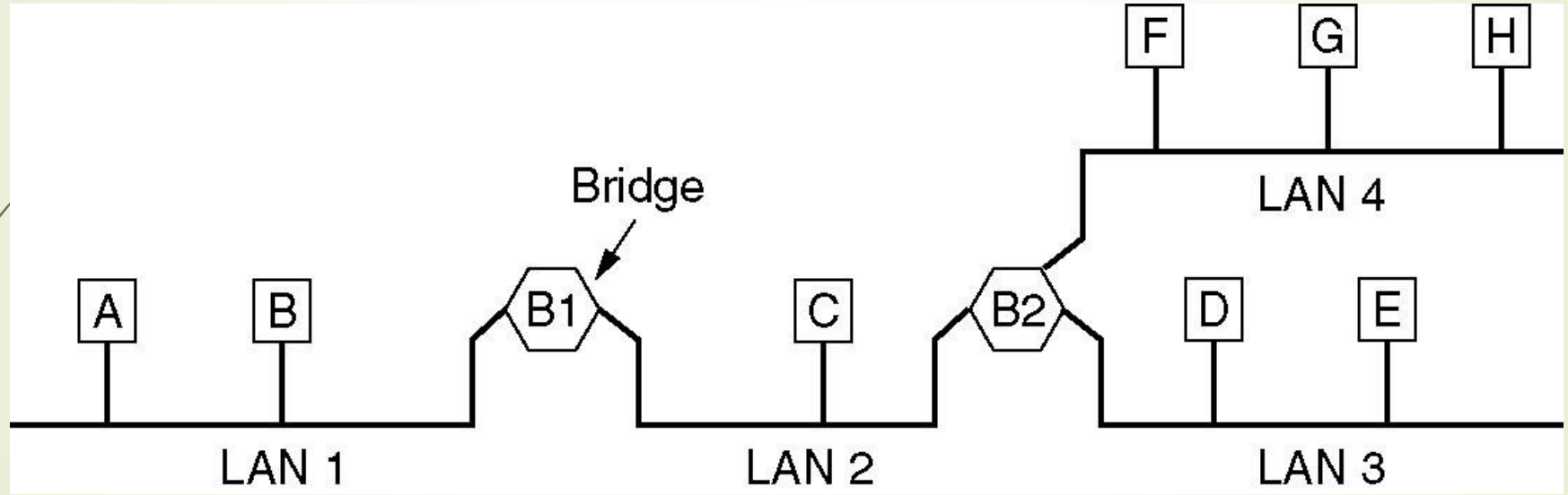

عملکرد یک پل از شبکه 802.11 به 802.3

# هدایت در سطح لایه پیوند داده ها(ادامه-۳)



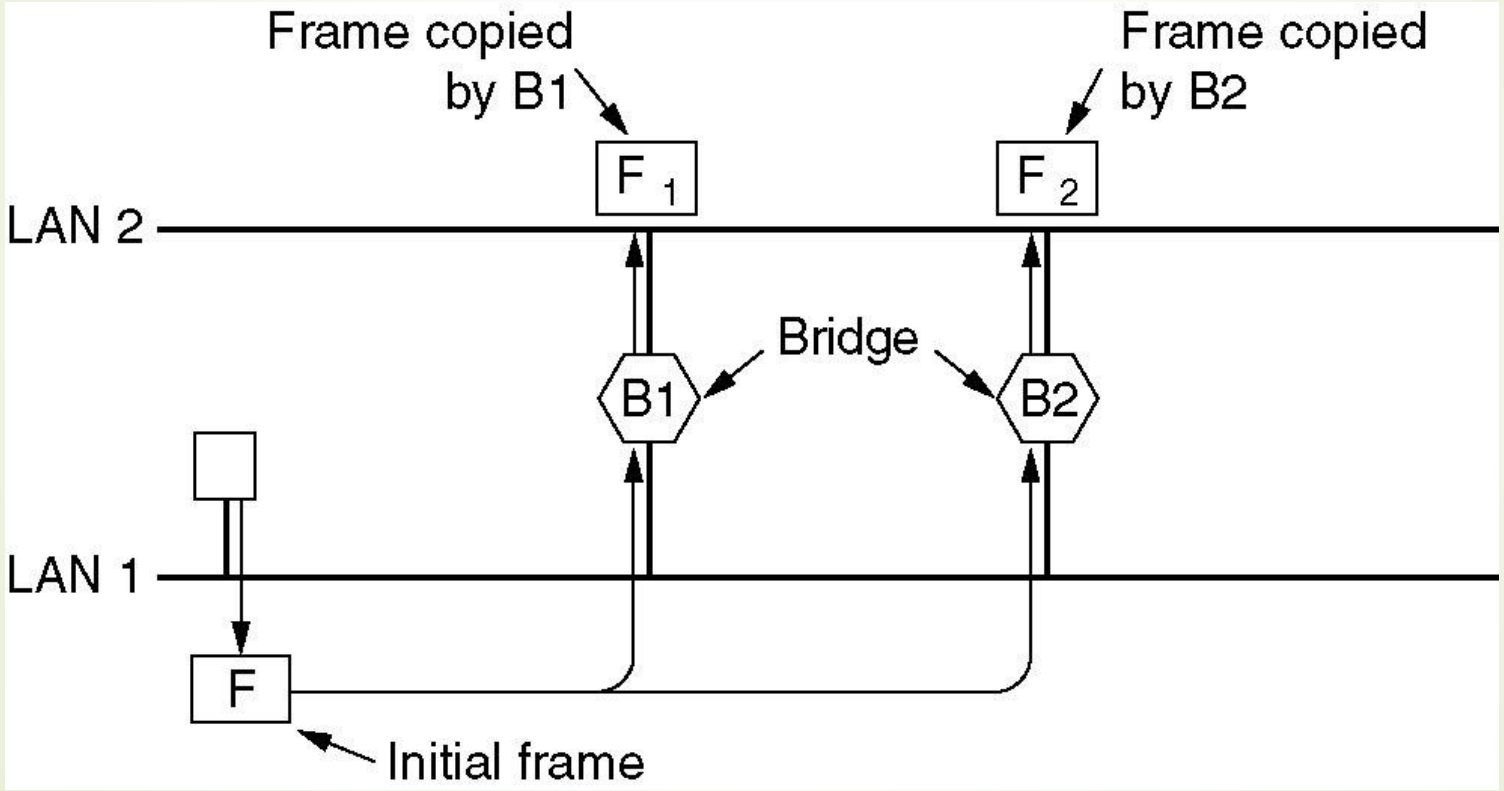

انواع قالب فریم های IEEE (طول هر فریم در شکل، مقیاس اندازه واقعی آن نیست.)

# هدایت در سطح لایه پیوند داده ها(ادامه-۴)



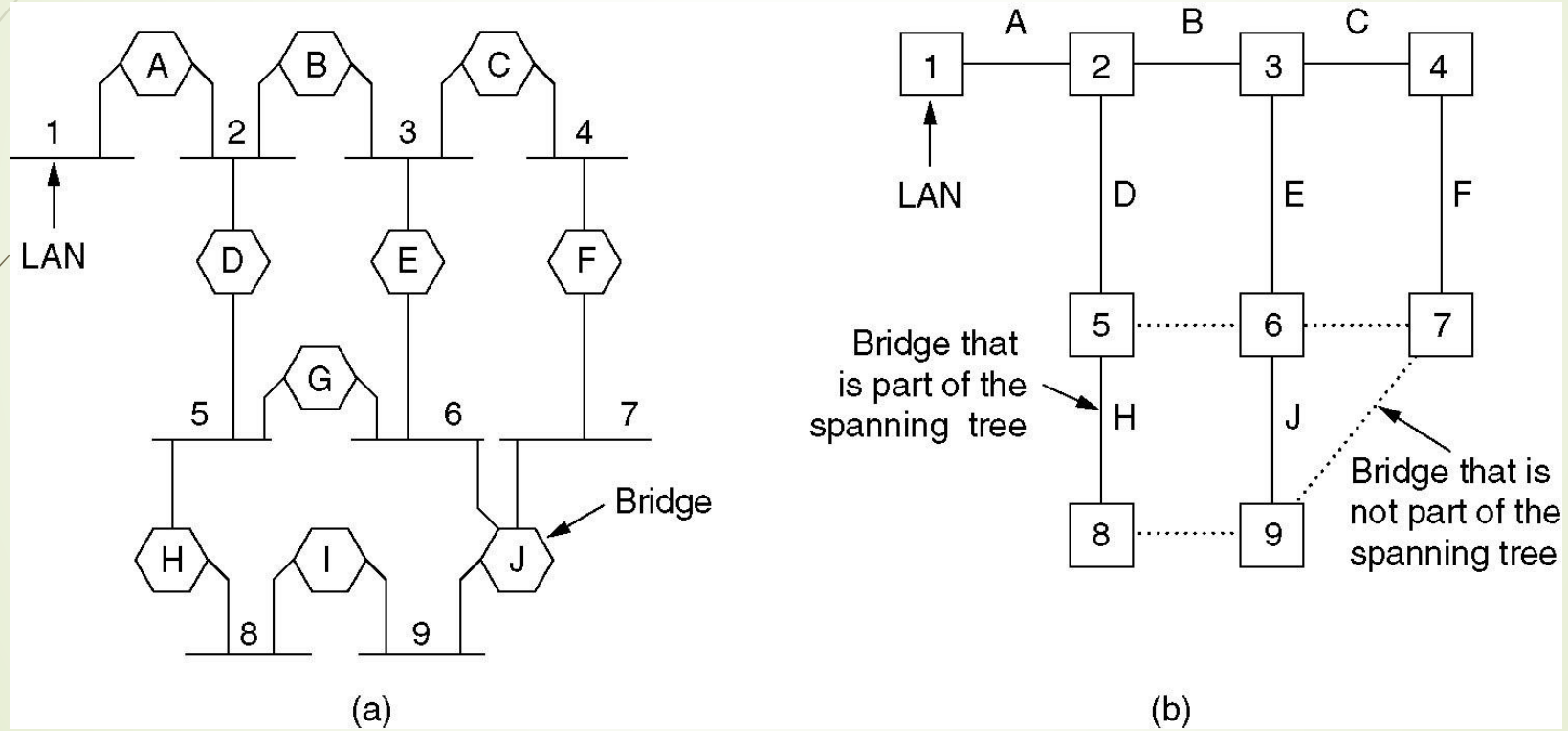

یک پیکربندی از شبکه های متصل بهم با چهار شبکه محلی و دو پل

# هدایت در سطح لایه پیوند داده ها(ادامه-۵)



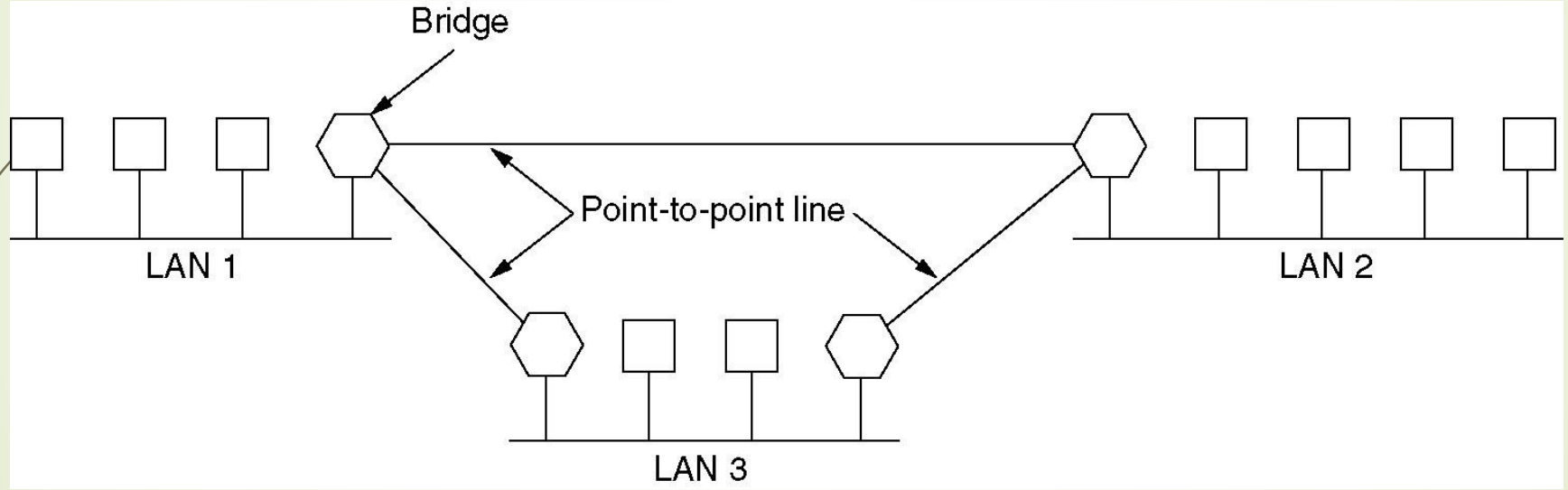

دو پل شفاف (نامرئی) موازی

# هدایت در سطح لایه پیوند داده ها(ادامه-۶)



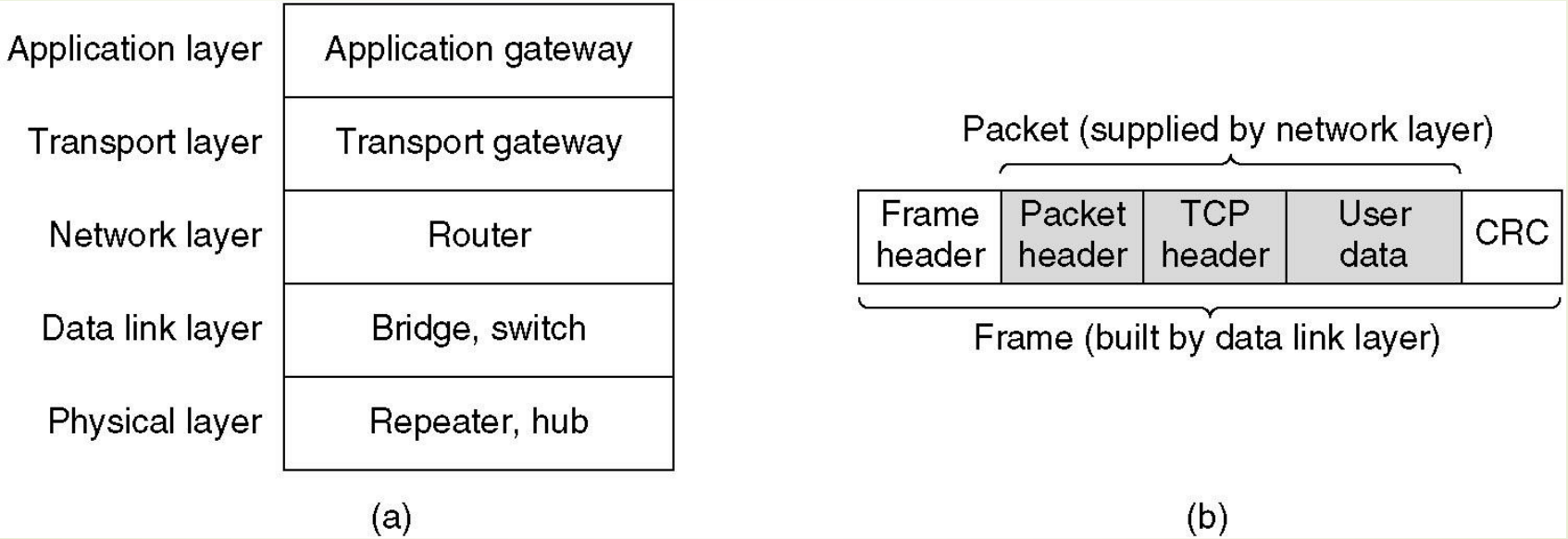

(a) چند شبکه LAN بهم متصل (b) یک درخت پوشا که تمام شبکه های LAN را در بر می گیرد.

# هدایت در سطح لایه پیوند داده ها(ادامه-۷)



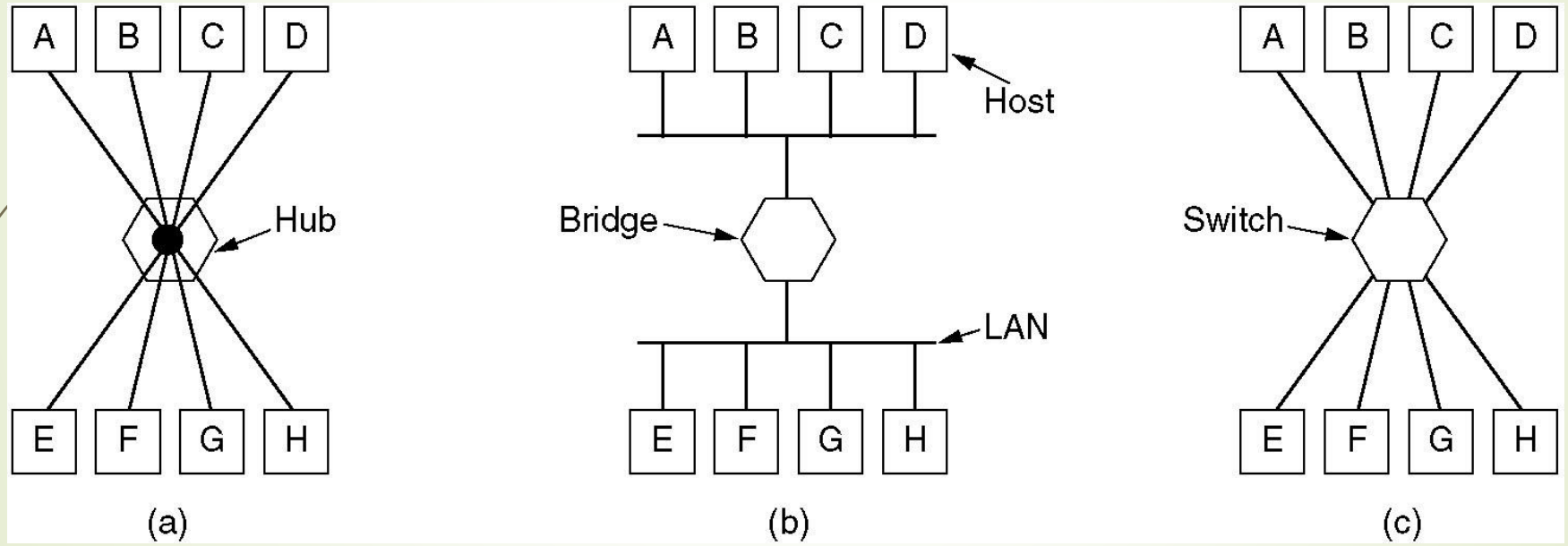

برای اتصال شبکه های محلی راه دور می توان از پل های راه دور بهره گرفت.

# هدایت در سطح لایه پیوند داده ها(ادامه-۸)



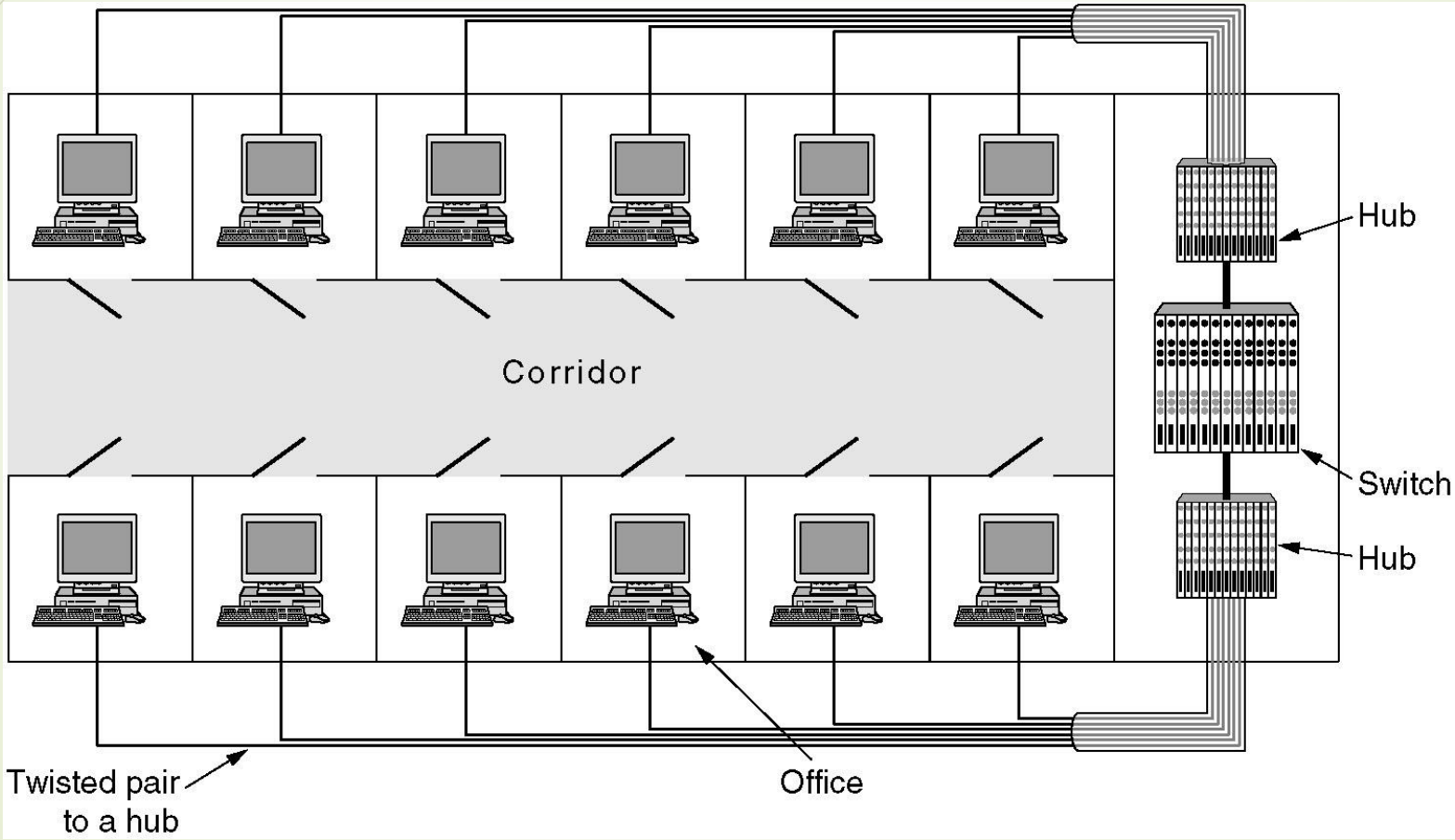

(a) جایگاه هر ابزار درپشته پروتکلی (b) فریم ها، بسته ها و سرآیندها

# هدایت در سطح لایه پیوند داده ها(ادامه-۹)



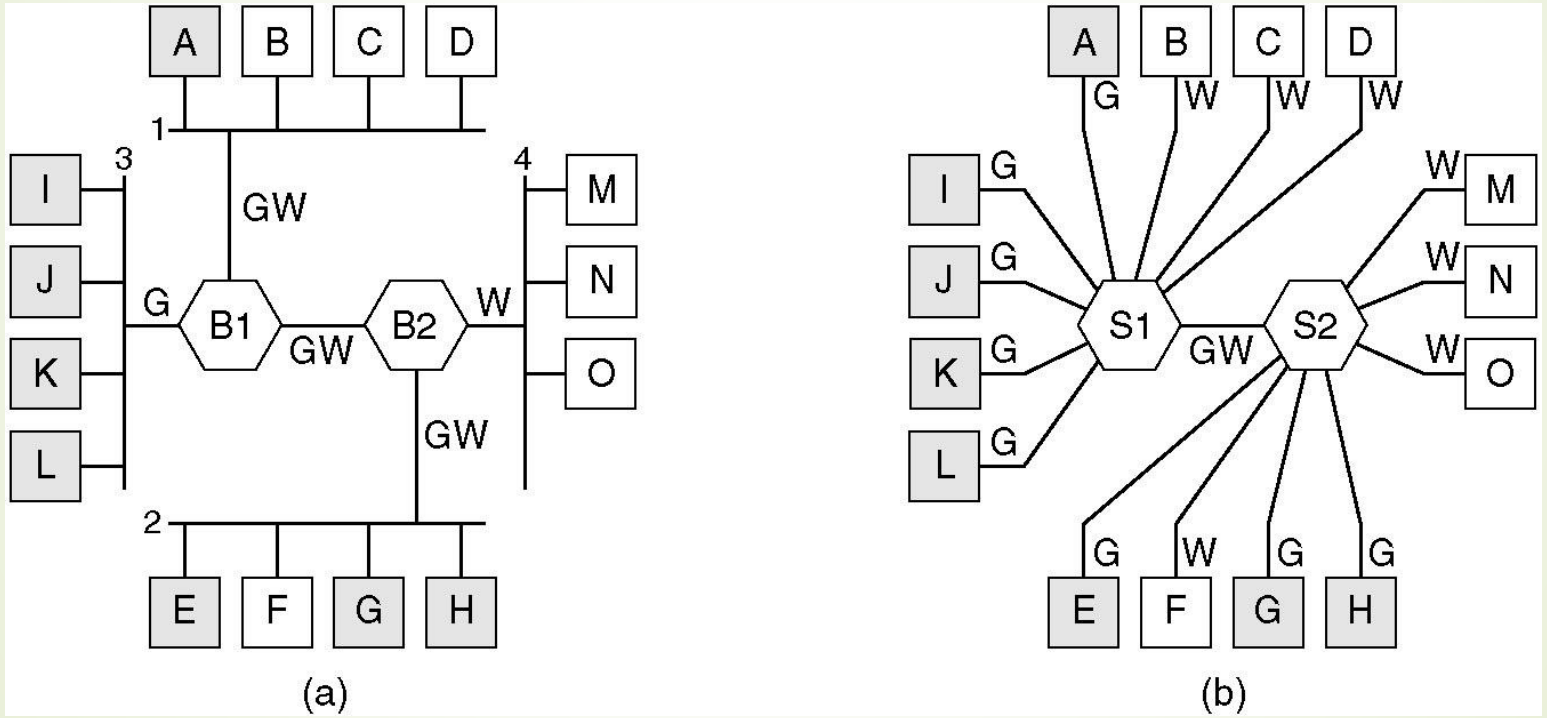

(a) یک هاب (b) یک پل (c) یک سوئیچ

# هدایت در سطح لایه پیوند داده ها(ادامه-۱۰)



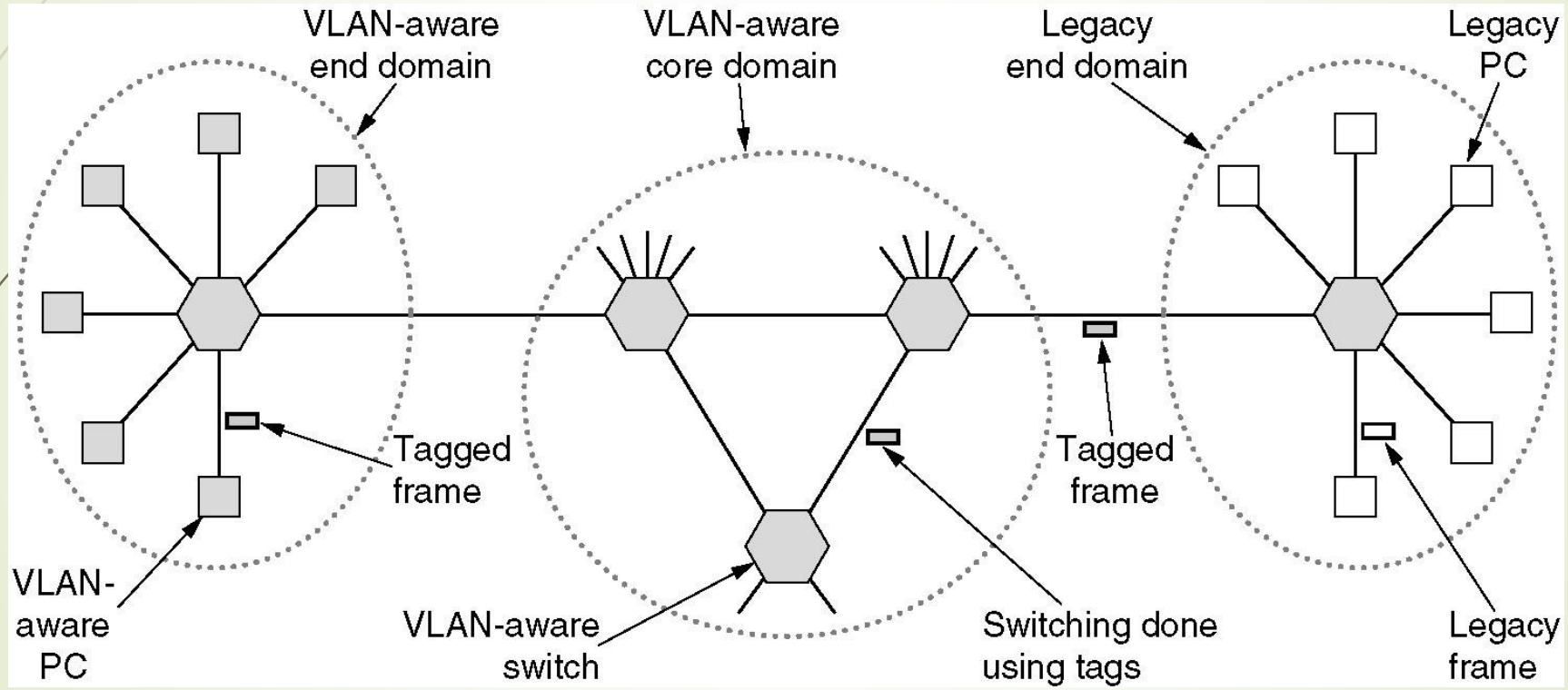

یک ساختمان با سیم کشی مرکزی با بهره گیری از هاب وسوئیچ

# هدایت در سطح لایه پیوند داده ها(ادامه-۱۱)



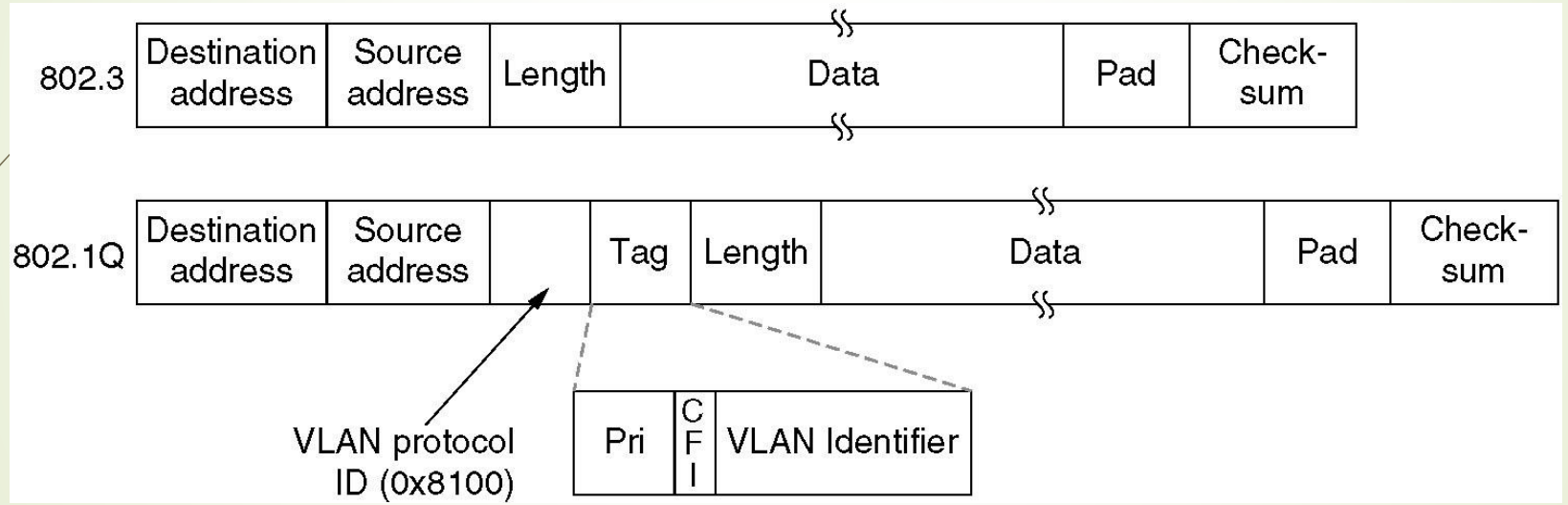

(a) چهار LAN فیزیکی با استفاده از دوپل، دوVLAN خاکستری و سفید تشکیل داده اند (b) همان پانزده ماشین بکمک دو سوئیچ، دو VLAN تشکیل داده اند.

# هدایت در سطح لایه پیوند داده ها(ادامه-۱۲)




گذر از اترنت قدیمی به اترنت سازگار با VLAN. نمادهای خاکستری با VLAN سازگارند؛ نمادهای بی رنگ سازگار نیستند.

# هدایت در سطح لایه پیوند داده ها(ادامه-۱۳)




قالب فریم قدیمی اترنت 802.3 و فریم 802.1Q

# خلاصه فصل

روش ها و سیستم های تخصیص یک کانال مشترک

| Method | Description |
|---|---|
| FDM | Dedicate a frequency band to each station |
| WDM | A dynamic FDM scheme for fiber |
| TDM | Dedicate a time slot to each station |
| Pure ALOHA | Unsynchronized transmission at any instant |
| Slotted ALOHA | Random transmission in well-defined time slots |
| 1-persistent CSMA | Standard carrier sense multiple access |
| Nonpersistent CSMA | Random delay when channel is sensed busy |
| P-persistent CSMA | CSMA, but with a probability of p of persisting |
| CSMA/CD | CSMA, but abort on detecting a collision |
| Bit map | Round robin scheduling using a bit map |
| Binary countdown | Highest numbered ready station goes next |
| Tree walk | Reduced contention by selective enabling |
| MACA, MACAW | Wireless LAN protocols |
| Ethernet | CSMA/CD with binary exponential backoff |
| FHSS | Frequency hopping spread spectrum |
| DSSS | Direct sequence spread spectrum |
| CSMA/CA | Carrier sense multiple access with collision avoidance |

# پایان