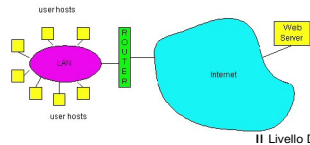


Tecnologie LAN

- Indirizzamento
- Ethernet
- Hub, bridge, switch
- wireless Ethernet 802.11
- PPP



II Livello DataLink 5a-1

Indirizzi LAN e ARP

Indirizzi IP a 32-bit:

- Indirizzi del livello network
- Usati per portare un datagram alla rete di destinazione

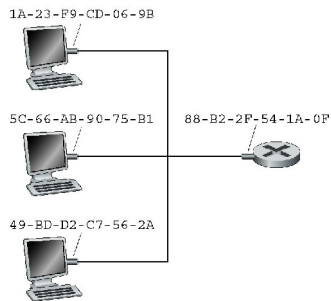
Indirizzi LAN (o MAC o fisici) :

- Usati per portare un datagram da una interfaccia ad un'altra interfaccia fisicamente connessa (stessa rete)
- Indirizzo MAC a 48 bit (per le LAN 802) cablato nella ROM dell'adattatore

II Livello DataLink 5a-2

Indirizzi LAN e ARP (2)

Ogni adattatore di una LAN ha un indirizzo LAN unico



II Livello DataLink 5a-3

Indirizzo LAN

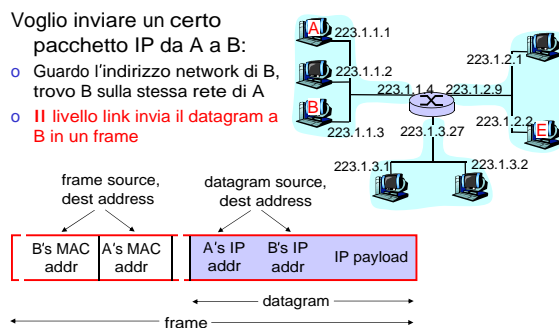
- Allocazione indirizzi MAC gestita dall' IEEE
- I produttori acquistano porzioni dello spazio di indirizzamento MAC (per assicurare l'unicità)
- Analogia:
 - (a) indirizzo MAC: come un Codice Fiscale
 - (b) indirizzo IP: come un indirizzo postale
- indirizzo MAC "flat" => portabilità
 - Si può spostare una scheda LAN da una LAN all'altra
- Indirizzo IP gerarchico NON portabile
 - dipende dalla rete a cui si è collegati

II Livello DataLink 5a-4

Ricordiamo il routing

Voglio inviare un certo pacchetto IP da A a B:

- Guardo l'indirizzo network di B, trovo B sulla stessa rete di A
- Il livello link invia il datagram a B in un frame

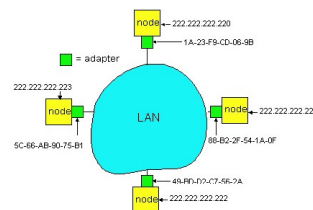


II Livello DataLink 5a-5

ARP: Address Resolution Protocol

Domanda: come individuare l'indirizzo MAC di B dato l'indirizzo IP di B?

- Ogni nodo IP (Host, Router) sulla LAN ha un modulo e una tabella ARP
- Tabella ARP: corrispondenze IP/MAC per alcuni nodi LAN < IP address; MAC address; TTL >
 - TTL (Time To Live): tempo dopo il quale il mapping degli indirizzi verrà dimenticato (tipicamente 20 min)



II Livello DataLink 5a-6

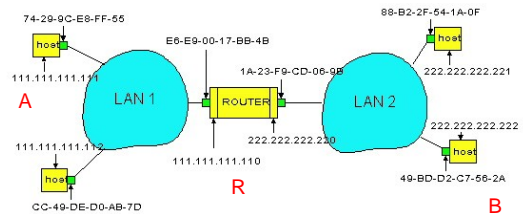
Protocollo ARP

- o A conosce l'indirizzo IP di B, vuole scoprire l'indirizzo fisico di B
- o A invia in **broadcast** un pkt di query ARP che contiene l'indirizzo IP di B
 - Tutte le macchine sulla LAN ricevono la query
- o B riceve il pacchetto ARP, risponde ad A con il suo indirizzo fisico
- o A salva in cache la coppia di indirizzi IP-fisico finché l'informazione diviene obsoleta (time out)
 - soft state: informazione che scade (viene persa) a meno di un refresh

II Livello DataLink 5a-7

Routing verso un'altra LAN

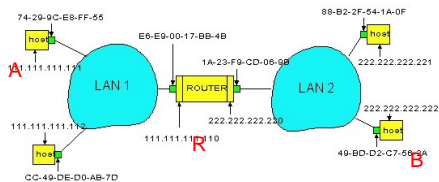
walkthrough: routing da A a B via R



- o In routing table at source Host, find router 111.111.111.110
- o In ARP table at source, find MAC address E6-E9-00-17-BB-4B, etc

II Livello DataLink 5a-8

- o A crea un pkt IP con mittente A, destinazione B
- o A usa ARP per ottenere l'indirizzo fisico di R (111.111.111.110)
- o A crea una frame Ethernet con l'indirizzo fisico di R come destinazione che contiene il datagram IP da A-a-B
- o Il datalink di A invia la frame Ethernet
- o Il datalink di R riceve la frame
- o R toglie il datagram IP dalla frame Ethernet, valuta dest. B
- o R usa ARP per ottenere l'indirizzo fisico di B
- o R crea un frame che contiene il datagram IP da A-a-B e lo invia a B

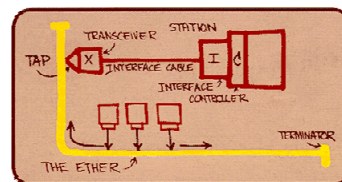


II Livello DataLink 5a-9

Ethernet

tecnologia LAN "dominante"

- o €7 per 100Mbps!
- o Prima tecnologia LAN largamente usata
- o Più semplice ed economica delle LAN a token e ATM
- o Evoluzione: 10, 100, 1000, 10000 Mbps



Lo sketch di Metcalfe della Ethernet

II Livello DataLink 5a-10

Struttura del Frame Ethernet

La scheda mittente incapsula il datagram IP (oppure il pkt di un altro protocollo di livello network) in un **Ethernet frame**



Preambolo:

- o 7 byte con pattern 10101010 seguiti da un byte con pattern 10101011
- o usato per sincronizzare le velocità di clock di mittente e destinatario

II Livello DataLink 5a-11

Struttura Frame Ethernet (2)

- o **Indirizzi:** 6 byte, il frame è ricevuto da tutte le schede di una LAN e scartato se l'indirizzo non corrisponde
- o **Tipo:** indica il protocollo di livello superiore (IP, Novell IPX, AppleTalk)
- o **CRC:** controllato al destinatario



II Livello DataLink 5a-12

Ethernet: usa CSMA/CD

```

A: ascolto il canale, se libero
  then {
    trasmetti e ascolta il canale;
    if rilevi altra trasmissione
      then {
        interrompi ed invia un segnale di "jam";
        Incrementa # collisioni;
        Attendi come specificato dall'algoritmo di
        exponential backoff;
        goto A
      }
    else {frame OK; poni a zero le collisioni}
  }
else {aspetta che si liberi il canale goto A}
  
```

Il Livello DataLink 5a-13

Ethernet: CSMA/CD (2)

Jam Signal: per assicurarsi che tutti abbiano rilevato la collisione; 48 bit;

Exponential Backoff:

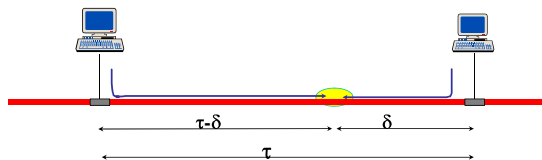
- o **obiettivo:** adattare i tentativi di ritrasmissione al carico corrente
 - alto livello di carico: l'attesa casuale sarà maggiore
- o prima collisione: scegli K tra {0,1}; ritardo = K x tempo di trasmissione di 512
- o dopo la seconda collisione: scegli K tra {0,1,2,3}...
- o dopo 10 o più collisioni, scegli K da {0,1,2,3,...,1023}

Il Livello DataLink 5a-14

Regolazione dell'accesso: CSMA/CD

- Quello che nella realtà accade è che due stazioni distanti tra loro nella rete tentano di trasmettere entrambe convinte di poterlo fare in quanto a causa della distanza non rilevano sulla rete la presenza della portante.

**Tempo massimo per rilevare una collisione
round trip collision delay**



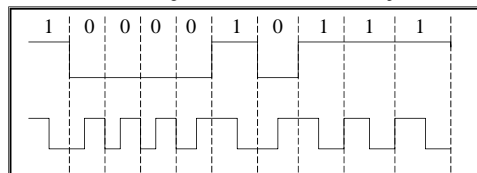
Tempo massimo = 2τ

Nel caso peggiore Eth su coassiale di 2,5 Km $\tau = 25$ microsec.

Il Livello DataLink 5a-15

Codifica MANCHESTER

- Una possibilità è quella di far viaggiare sul cavo da una estremità ad un'altra dei segnali elettrici rappresentati da onde quadre.
- In ciascuna onda quadra il livello alto di tensione indica la codifica di un bit 1 quella bassa di un bit 0.
- Ethernet usa la codifica MANCHESTER.
- In questo tipo di codifica la trasmissione di un bit 1 corrisponde alla trasmissione nello stesso slot di tempo di un valore alto di tensione seguito da un valore basso, mentre la trasmissione di un bit 0 corrisponde alla trasmissione di un valore basso di tensione seguito da uno alto. (Inversione di polarità)

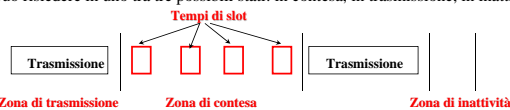


Il Livello DataLink 5a-16

Regolazione dell'accesso: CSMA/CD

In caso di collisione, vediamo come avviene la ritrasmissione:

- Il protocollo CSMA divide il tempo in intervalli discreti, in ciascun intervallo si può risiedere in uno tra tre possibili stati: in contesa, in trasmissione, in inattività.

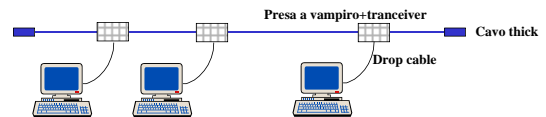


- Dopo una collisione l'intervallo di tempo viene suddiviso in slot discreti la cui durata è pari al tempo di propagazione, andata e ritorno, di un segnale elettrico sull'intera rete pari cioè a 2τ (~51,2 μ sec).
- L'algoritmo di attesa (**backoff binario esponenziale**) prevede che al tentativo i ciascuna stazione deve ritrasmettere dopo N tempi di slot, ove N viene scelto in modo casuale nell'insieme $[0, 2^i - 1]$.
- **ATTENZIONE:** Per $i > 10$ l'intervallo di scelta casuale è congelato al valore massimo di 1023 tempi di slot, per $i > 16$ si desiste.

Il Livello DataLink 5a-17

Ethernet 10Base5

- La ETH 10Base5 è la prima nata:

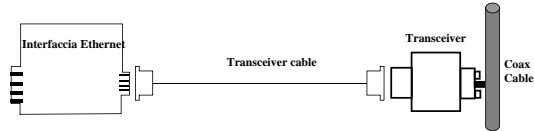


- Il cavo è ininterrotto tramite i terminatori (adattatori di impedenza a 50 Ohm).
- La presa a vampiro garantisce robustezza ma può causare corto circuiti. In alternativa ci sono tronconi di cavo con connettori serie N da usare in accoppiata ai barrel connector)
- La circuiteria elettronica è contenuta nel tranceiver.
- Il Drop cable connette il tranceiver alla scheda di rete e fornisce l'alimentazione al tranceiver, è necessario perché il Thick è rigido e perché ogni tranceiver deve risiedere a 2,5 m. di distanza (bande nere di segnalazione).
- Su ogni singolo segmento è possibile collegare fino ad un massimo di 100 stazioni.

Il Livello DataLink 5a-18

Transceiver

- Il transceiver è l'elemento che consente la trasmissione/ricezione dei pacchetti tra l'interfaccia Ethernet ed il cavo coassiale.



- Il transceiver esegue le seguenti funzioni:
- trasmette all'interfaccia Eth i dati prelevati dal cavo
- riceve i dati dall'interfaccia e li trasmette sul cavo sotto forma di segnali elettrici
- invia all'interfaccia il segnale di collisione
- invia all'interfaccia l'heartbeat (test circuito di collisione)
- riceve dall'interfaccia l'alimentazione per i suoi circuiti
- non si occupa né dell'im/depacchettamento dei dati, né della codifica Manchester, queste cose le fa l'interfaccia.

Il Livello DataLink 5a-19

Tecnologie Ethernet : 10Base2

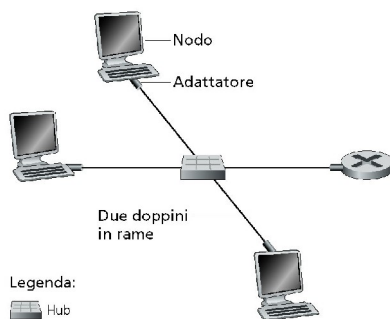
- o 10: 10Mbps; 2: limite dei 200 metri max lung. cavo
- o Cavo coassiale sottile (thin) in una topologia a bus



- o ripetitori usati per connettere segmenti multipli
- o un ripetitore ripete i bit che ascolta su una interfaccia all'altra (dispositivo di livello fisico!)

Il Livello DataLink 5a-20

Figura 5.26
Topologia a stella per Ethernet 10Base T e 100BaseT



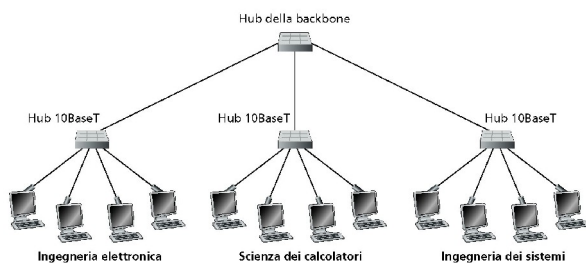
Il Livello DataLink 5a-21

10BaseT e 100BaseT

- o Velocità 10/100 Mbps; la seconda detta "fast ethernet"
- o T sta per Twisted Pair
- o I nodi sono connessi tramite doppini a degli HUB, quindi la topologia è "stellare"
- o Il CSMA/CD è implementato nell'hub
- o Max distanza da un nodo all'Hub è 100 metri
- o L'Hub può scollegare un adattatore malfunzionante
- o L'Hub può raccogliere informazioni di monitoring per l'amministratore della LAN

Il Livello DataLink 5a-22

Figura 5.27
Le reti Ethernet di tre dipartimenti collegate da un hub



Il Livello DataLink 5a-23

Gbit Ethernet

- o Usa il formato standard della Ethernet frame
- o Consente collegamenti punto-punto e canali condivisi broadcast
- o in modalità condivisa si utilizza il CSMA/CD; per garantire l'efficienza sono consentite distanze brevi
- o usa hub detti "Buffered Distributors"
- o Garantisce un canale Full-Duplex a 1 Gbps per i link punto-punto

Il Livello DataLink 5a-24

Interconnessione di LAN

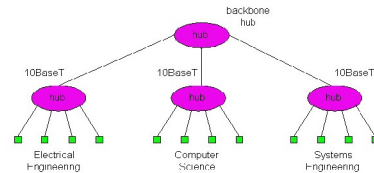
D: Se facessimo una sola LAN molto grande?

- o Ammontare di traffico supportabile limitato: su una singola LAN, tutte le stazioni dividono la banda
- o Lunghezza limitata: 802.3 specifica una lunghezza massima del cavo
- o "dominio di collisione" grande (possibilità di collisioni con molte stazioni)
- o Numero di stazioni limitato : per es., I protocolli a token passing introducono un ritardo ad ogni stazione

II Livello DataLink 5a-25

Gli Hub

- o Dispositivi di livello Fisico: sono essenzialmente repeater che operano al livello di bit: ripetono il bit ricevuti su una interfaccia a tutte le altre
- o Gli Hub possono essere connessi in architettura gerarchica (anche detta multi-tier), con un hub di backbone



II Livello DataLink 5a-26

Gli Hub (2)

- o Ogni LAN connessa è denominata **segmento di LAN**
- o Gli Hub **non separano** i domini di collisione: un nodo può collidere con un qualsiasi nodo che risieda su un qualunque segmento nella LAN
- o Vantaggi degli Hub:
 - semplici, economici
 - Le architetture multi-tier sono robuste: porzioni della LAN continuano a funzionare anche se un hub si guasta
 - estendono la massima distanza tra nodi (100m per Hub)

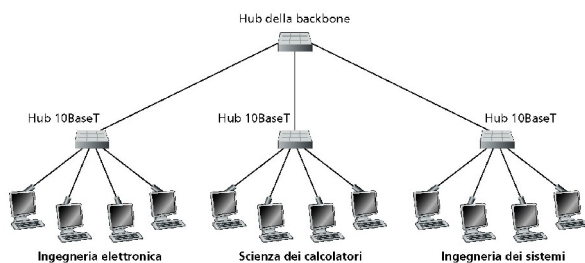
II Livello DataLink 5a-27

Limitazioni degli Hub

- o Un singolo dominio di collisione non consente di incrementare il max throughput
 - il throughput multi-tier è lo stesso del throughput di un singolo segmento
- o I vincoli delle singole LAN limitano il numero di nodi nello stesso dominio di collisione e l'estensione geografica
- o Non possono connettere differenti tipi di Ethernet (per es., 10BaseT e 100baseT)

II Livello DataLink 5a-28

Figura 5.27
Le reti Ethernet di tre dipartimenti collegate da un hub



II Livello DataLink 5a-29

I Bridge

- o **Dispositivi di Livello Link:** operano sulle frame Ethernet, esaminano gli header e inoltrano selettivamente le frame sulla base della destinazione
- o I Bridge **isolano** i domini di **collisione** perchè bufferizzano le frame
- o Quando un frame deve essere inoltrato su un segmento il bridge usa il CSMA/CD per accedere al segmento e trasmettere

II Livello DataLink 5a-30

I Bridge (2)

- o Vantaggi dei Bridge :
 - Isolano i domini di collisione ottenendo un max throughput totale più alto, non limitano il numero di nodi e l'estensione geografica
 - possono collegare diversi tipi di Ethernet perchè sono dispositivi store and forward
 - sono Trasparenti: non sono necessari cambiamenti agli adattatori LAN degli host

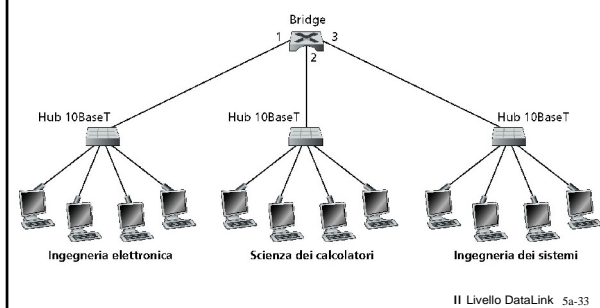
Il Livello DataLink 5a-31

Bridge: frame filtering, forwarding

- o Un bridge filtra i pacchetti
 - I frame di uno stesso segmento non sono inoltrati agli altri segmenti LAN
- o forwarding:
 - come sapere quale è il segmento LAN cui inoltrare (forward) la frame?
 - sembra un problema di routing

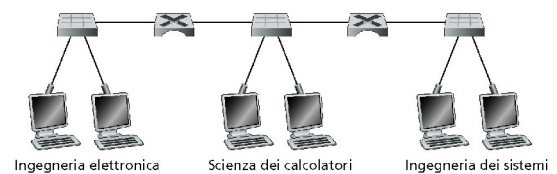
Il Livello DataLink 5a-32

Figura 5.28
Tre LAN dipartimentali interconnesse da un bridge



Il Livello DataLink 5a-33

Figura 5.33
Un esempio di LAN priva di backbone



- o Sconsigliata per due motivi:
 - Punto critico all'hub di Computer Science
 - Tutto il traffico tra EE e SE deve passare per il segmento CS

Il Livello DataLink 5a-34

Bridge Filtering

- o I bridge **imparano** quali host possono essere raggiunti da una interfaccia: hanno delle tabelle di filtering
 - quando riceve un frame, il bridge "impara" la posizione del mittente: segmento LAN entrante
 - Registra le posizioni nella filtering table
- o Linee della filtering table:
 - (Node LAN Address, Bridge Interface, Time Stamp)
 - le entry non rinfrescate scadono (TTL fino a 60 minuti)

Il Livello DataLink 5a-35

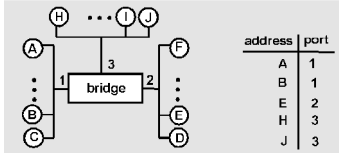
Bridge Filtering

- o Procedura di filtering :
 - if** destinazione sulla LAN da cui il frame proviene
 - then** scarta la frame
 - else** { cerca nella filtering table
 - if** trovata entry per la destinazione
 - then** inoltra la frame sull'interfaccia indicata;
 - else** flood; /* inoltra dovunque tranne che sulla interfaccia di provenienza */

Il Livello DataLink 5a-36

Bridge Learning: esempio

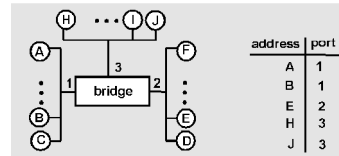
Supponiamo che C invia frame a D e D risponde con frame a C



- C invia frame, il bridge non ha info su D, così fa flooding ad entrambe le LAN
 - bridge ricorda che C è sulla porta 1
 - frame ignorata sulla LAN superiore
 - frame ricevuta da D

Il Livello DataLink 5a-37

Bridge Learning: esempio

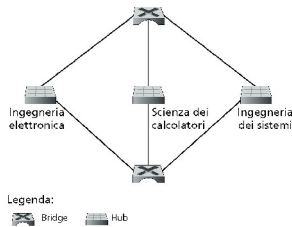


- D genera una risposta per C, invia
 - Il bridge vede una frame da D
 - Il bridge rileva che D è sull'interfaccia 2
 - Il bridge sa che C è sulla interfaccia 1, quindi inoltra **selettivamente** la frame sulla interfaccia 1

Il Livello DataLink 5a-38

Bridge: Spanning Tree

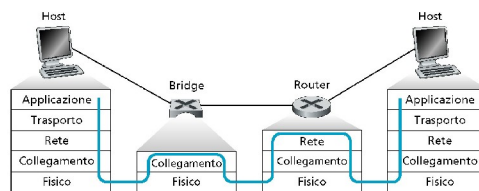
- Per aumentare l'affidabilità è desiderabile che vi siano percorsi alternativi tra i nodi
- Questo può produrre dei cicli infiniti
- soluzione: organizzare i bridge in uno spanning tree disabilitando un subset di interfacce



Il Livello DataLink 5a-39

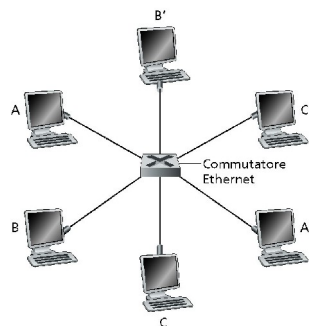
Bridges vs. Routers

- Entrambi dispositivi store-and-forward
 - router: dispositivi network layer (esaminano gli headers network layer)
 - i bridge sono dispositivi Link Layer
- i router hanno tabelle di routing, usano algoritmi di routing
- i bridges hanno tabelle di filtering, usano algoritmi di filtering, learning e spanning tree



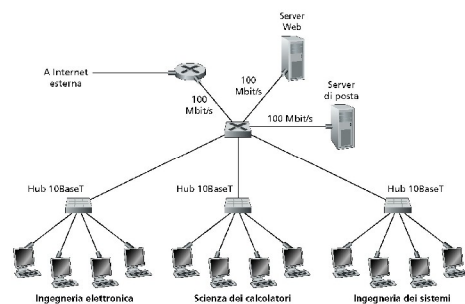
Il Livello DataLink 5a-40

Figura 5.34
 Un commutatore Ethernet che fornisce accessi Ethernet dedicati a sei host



Il Livello DataLink 5a-41

Una rete di un'istituzione che usa una combinazione di hub, commutatori Ethernet e un router



Il Livello DataLink 5a-42

Routers vs. Bridges

Bridge: + e -

- + le operazioni di un Bridge sono più semplici e richiedono meno banda
- Con i bridge le Topologie sono limitate : occorre costruire uno spanning tree per evitare cicli
- I Bridge non offrono protezione da sovraccarichi broadcast (un broadcasting infinito da un host verrà comunque inoltrato)

Il Livello DataLink 5a-43

Routers vs. Bridges

Router: + and -

- + possono supportare topologie arbitrarie, I cicli sono limitati dal TTL (e dai protocolli di routing)
 - + forniscono protezione di tipo firewall dai broadcast infiniti
 - Richiedono la configurazione degli indirizzi IP (no plug and play)
 - Richiedono maggiore banda
- o i bridges funzionano bene con reti piccole (poche centinaia di host) mentre i router sono usati nelle reti grandi (migliaia di host)

Il Livello DataLink 5a-44

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.