Hardware di rete

Scritto da Febogamedev

L’hardware di rete è l’insieme dei dispositivi fisici che permettono ai computer e agli altri dispositivi elettronici di comunicare tra loro, scambiando dati all’interno di una rete.
È la parte “tangibile” della rete, quella che contribuisce a gestire il flusso delle informazioni e permette ai dati di raggiungere la destinazione corretta (Kurose & Ross, 2026; Tanenbaum et al., 2021).

Scheda di rete

La **scheda di rete** (in inglese: network interface controller, in acronimo *NIC*, oppure network interface card, network adapter, physical network interface) è un'interfaccia digitale, costituita da una scheda elettronica, che svolge tutte le funzionalità logiche di elaborazione necessarie a consentire la connessione del dispositivo ad una rete informatica e la conseguente trasmissione e ricezione di dati (Tanenbaum et al., 2021).

Un'interfaccia di rete è il punto di connessione logico o fisico tra un dispositivo (computer, server, smartphone) e una specifica rete informatica.
Essa permette di convertire i dati in segnali trasmissibili e possiede identificatori utili alla comunicazione.

Nel linguaggio comune spesso usiamo le espressioni scheda di rete e interfaccia di rete come se fossero sinonimi, ma tecnicamente è utile distinguerle.

- La scheda di rete è il componente hardware.
- L’interfaccia di rete è il punto, fisico o logico, attraverso cui il sistema comunica con la rete.

In un caso semplice, il rapporto può essere questo:
1 scheda di rete fisica → 1 interfaccia di rete

In questo caso la situazione è abbastanza intuitiva: una scheda fisica corrisponde a una interfaccia di rete.

Tuttavia, nelle reti moderne, la situazione può essere più complessa.
Una singola scheda di rete fisica può infatti supportare o esporre più interfacce di rete per dialogare con più specifiche reti.

Per esempio, il dispositivo che collega la rete di casa a Internet deve comunicare con due reti diverse:

- Da una parte con i dispositivi interni, come computer, smartphone e stampanti.
- Dall’altra con la rete esterna, cioè Internet.

Per questo motivo possiede più interfacce di rete, ciascuna dedicata a una comunicazione diversa.

Ogni interfaccia di rete ha un identificatore univoco chiamato **indirizzo *MAC*** (Media Access Control).
L'indirizzo *MAC* è un identificatore di 48 bit, espresso in formato esadecimale, assegnato dal produttore alla scheda di rete durante la sua fabbricazione (IEEE Standards Association, 2022).

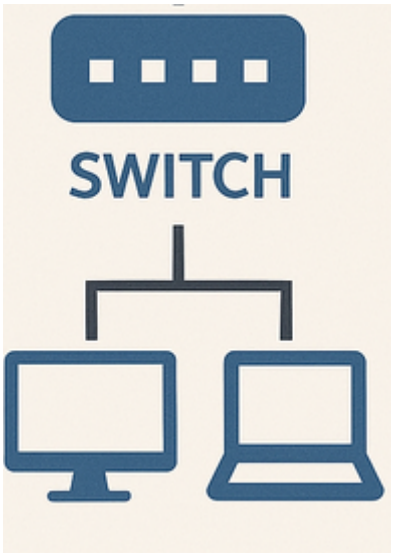
L’indirizzo *MAC* viene usato per identificare un’interfaccia di rete all’interno di una rete locale. Quando un dispositivo invia dati nella stessa rete locale, inserisce nell’header del pacchetto l’indirizzo *MAC* del destinatario, in modo che il messaggio possa essere consegnato all’interfaccia corretta (IEEE Standards Association, 2022).



Scheda di rete con il particolare del suo specifico MAC

Switch

Uno switch (“commutatore” in italiano) agisce come una "presa multipla" e permette di connettere più dispositivi tra loro in una rete locale.
Uno switch impara quali dispositivi sono raggiungibili attraverso le sue porte. Quando conosce la porta associata all’indirizzo *MAC* di destinazione, inoltra i dati solo verso quella porta (IEEE Standards Association, 2022; Kurose & Ross, 2026).
Per esempio, se gli arriva un pacchetto sulla porta 1 destinato a un apparato collegato alla porta 3, questo pacchetto viene "girato" soltanto sulla porta 3 e non su tutte le altre.
Questo perché quando un pacchetto viene ricevuto, lo switch controlla l'indirizzo *MAC* di destinazione nell’header del pacchetto e determina dal *MAC* a quale interfaccia di rete inoltrarlo.



Gli switch sono spesso utilizzati nelle reti aziendali, nelle reti domestiche e in molte altre situazioni in cui è necessario gestire e indirizzare il traffico di rete tra dispositivi connessi.



Switch a 24 porte. A ogni porta si collega un dispositivo tramite cavo

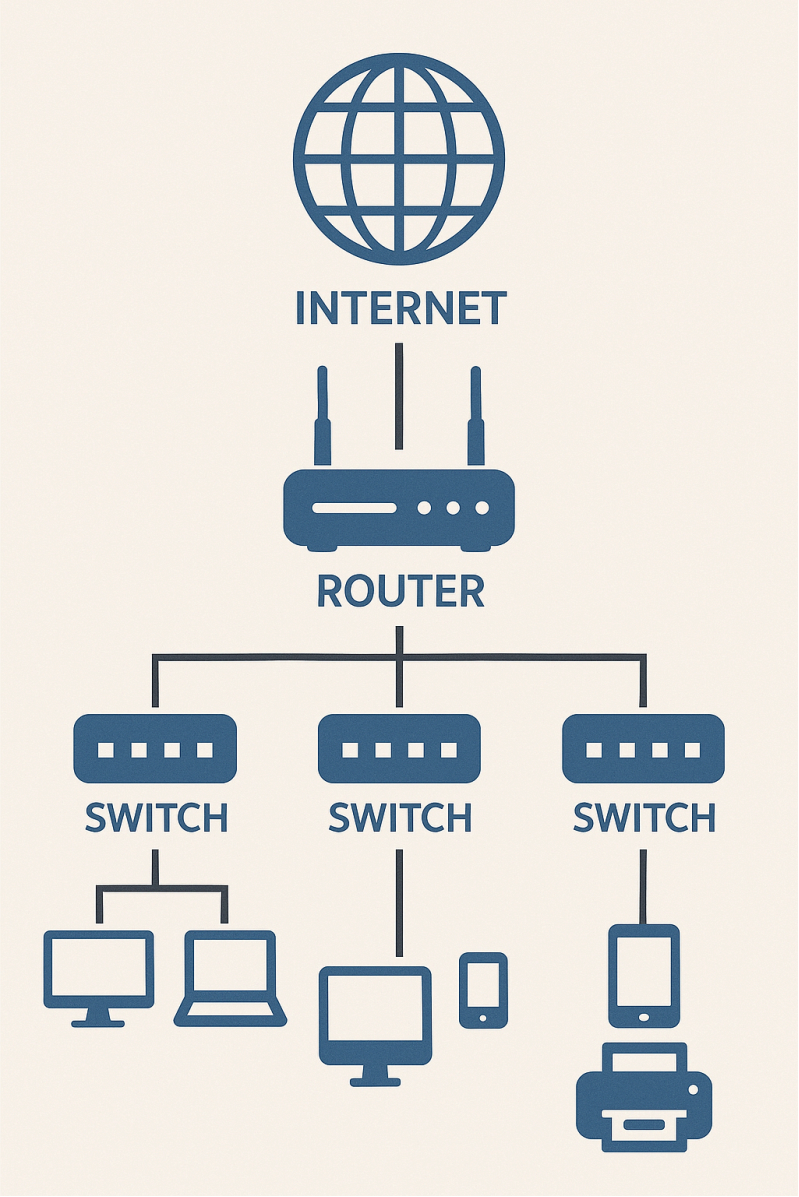
Gli switch sono usati soprattutto nelle *LAN*, cioè reti locali, dove collegano dispositivi vicini tra loro, per esempio all'interno di una casa, di una scuola o di un ufficio.

Router

Un router è un dispositivo che collega reti diverse e inoltra i pacchetti verso la rete di destinazione (Baker, 1995).
Il termine router, infatti, deriva dall'inglese "route", cioè strada, percorso, questo perché il router ha l'obiettivo di instradare i pacchetti verso dispositivi diversi.

Dal punto di vista "logico" un router non è molto differente dallo switch.
Anch'esso, infatti, collega diversi apparati di rete tra loro, con una differenza: il router è in grado d'instradare i pacchetti tra reti diverse.

I router possiedono più interfacce di rete, una per ciascuna rete che devono collegare (Baker, 1995).
Per esempio, un router che collega tre reti diverse deve avere almeno tre interfacce di rete, una per ciascuna rete.



Una tipologia di router particolare è il **gateway**.
Un gateway funge da punto di accesso tra la rete locale e la rete esterna. Una rete esterna è una rete che collega diverse reti locali (Baker, 1995).
Quando un dispositivo sulla rete locale vuole comunicare con un dispositivo sulla rete esterna vengono eseguiti diversi passaggi:

- Il dispositivo invia i dati al gateway.

- Il gateway controlla la destinazione e inoltra i dati verso la rete esterna attraverso l'interfaccia corretta.
- Quando arriva una risposta, il gateway svolge il percorso inverso e inoltra i dati al dispositivo della rete locale.

Se la rete esterna è Internet, il termine "gateway" è spesso chiamato "**gateway predefinito**" (i router di casa nostra sono gateway predefiniti).

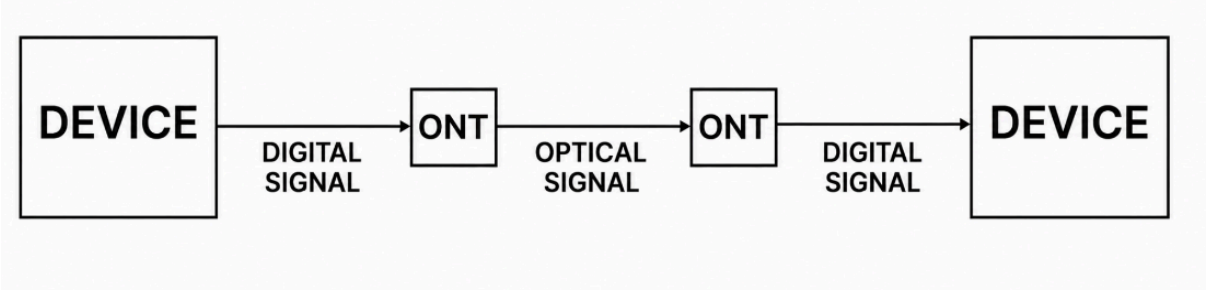
Nota: non tutti i router sono gateway.

Modem

Il modem *ADSL* o fibra è un dispositivo elettronico che permette di collegare un computer a Internet tramite un doppino telefonico (per *ADSL*) o fibra ottica.
Il modem è solitamente collegato al gateway e il suo compito è trasformare i dati digitali in un formato adeguato per la rete.

Il termine modem deriva da "MOdulatore-DEModulatore", perché nei sistemi *ADSL* converte i segnali digitali del computer in segnali analogici trasmissibili su linee telefoniche e viceversa (Tanenbaum et al., 2021).

Nel caso della fibra ottica, che usa la luce per trasmettere i pacchetti nella rete, invece il dispositivo utilizzato è tecnicamente un ***ONT*** (Optical Network Terminal).
L'*ONT* converte i segnali elettrici della rete locale in segnali ottici per la fibra e, al contrario, converte i segnali ottici provenienti dalla fibra in segnali elettrici utilizzabili dai dispositivi di rete (International Telecommunication Union, 2019).



Esempio
Immaginiamo di avere un modem *ADSL*:
- Se si inviano dati, il modem *ADSL* converte il segnale digitale in un segnale adatto a viaggiare sul doppino telefonico.
- Se si ricevono dati, il modem compie l'operazione inversa.

Immaginiamo di avere un *ONT*:
- *L'ONT* converte il segnale elettrico/digitale proveniente dalla rete locale in un segnale ottico adatto alla fibra.

- Se si ricevono dati, l'*ONT* compie l'operazione inversa.

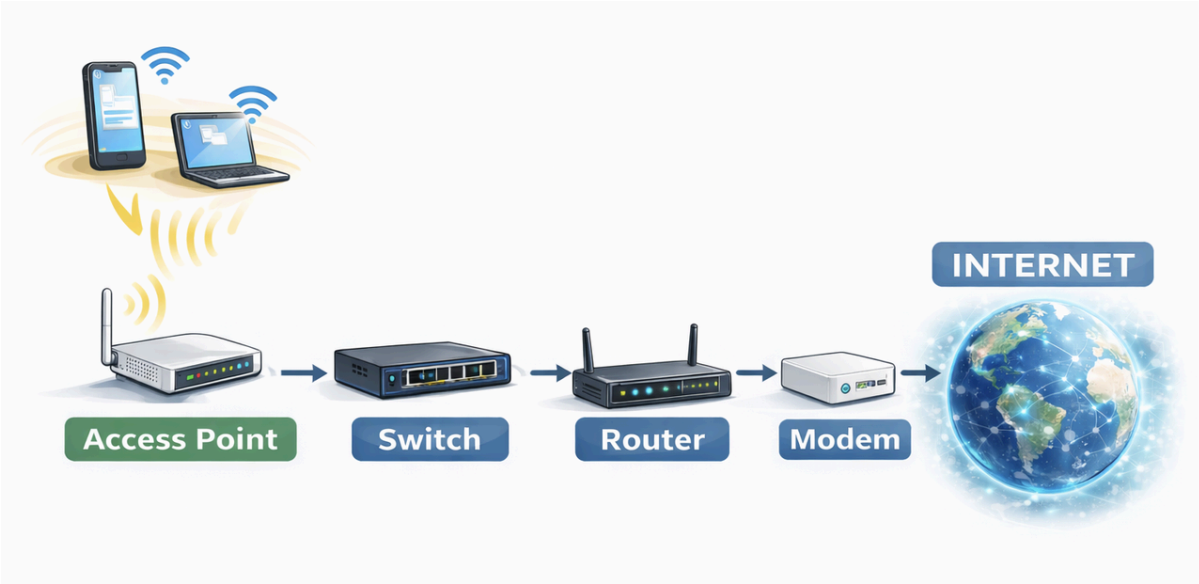


Un ONT. Notare che entra il segnale digitale, dal cavo LAN (la rete locale) ed esce un segnale ottico, dal cavo Optical

Access Point

Un **access point** o punto di accesso (anche indicato con l'acronimo *AP*) è un dispositivo di rete che consente l'accesso wireless (senza fili) a dispositivi, in ambito locale, a una rete di comunicazione elettronica (IEEE Standards Association, 2025).
L'access point è collegato ad uno switch che permette all'utente di navigare su Internet in maniera non cablata.

Questo significa che ogni volta che noi navighiamo su internet via wireless i nostri dati verranno inviati all'access point o ricevuti da esso che poi li inoltrerà allo switch, il quale a sua volta li manderà al router che tramite il modem potrà comunicare con Internet.



Hotspot indica un luogo in cui è presente un access point per usare Internet.
L'hotspot viene presentato con il simbolo qua sotto:



Il termine hotspot indica anche la funzione di un dispositivo, come lo smartphone, che condivide la connessione a internet.

Molto spesso un access point è associato alla tecnologia **Wi-Fi**, che indica una tecnologia di connessione wireless, in particolare tramite onde radio (IEEE Standards Association, 2025).
Un hotspot può essere:

- Hotspot pubblico: quello che trovi in bar, aeroporti, hotel. È collegato a una connessione internet fissa e aperta a più utenti (a volte con password).

- Hotspot privato o mobile: creato da un dispositivo, ad esempio il tuo smartphone che condivide la connessione dati con altri dispositivi.
- Hotspot domestico: quando un router Wi-Fi di casa fornisce accesso ai dispositivi nelle vicinanze.

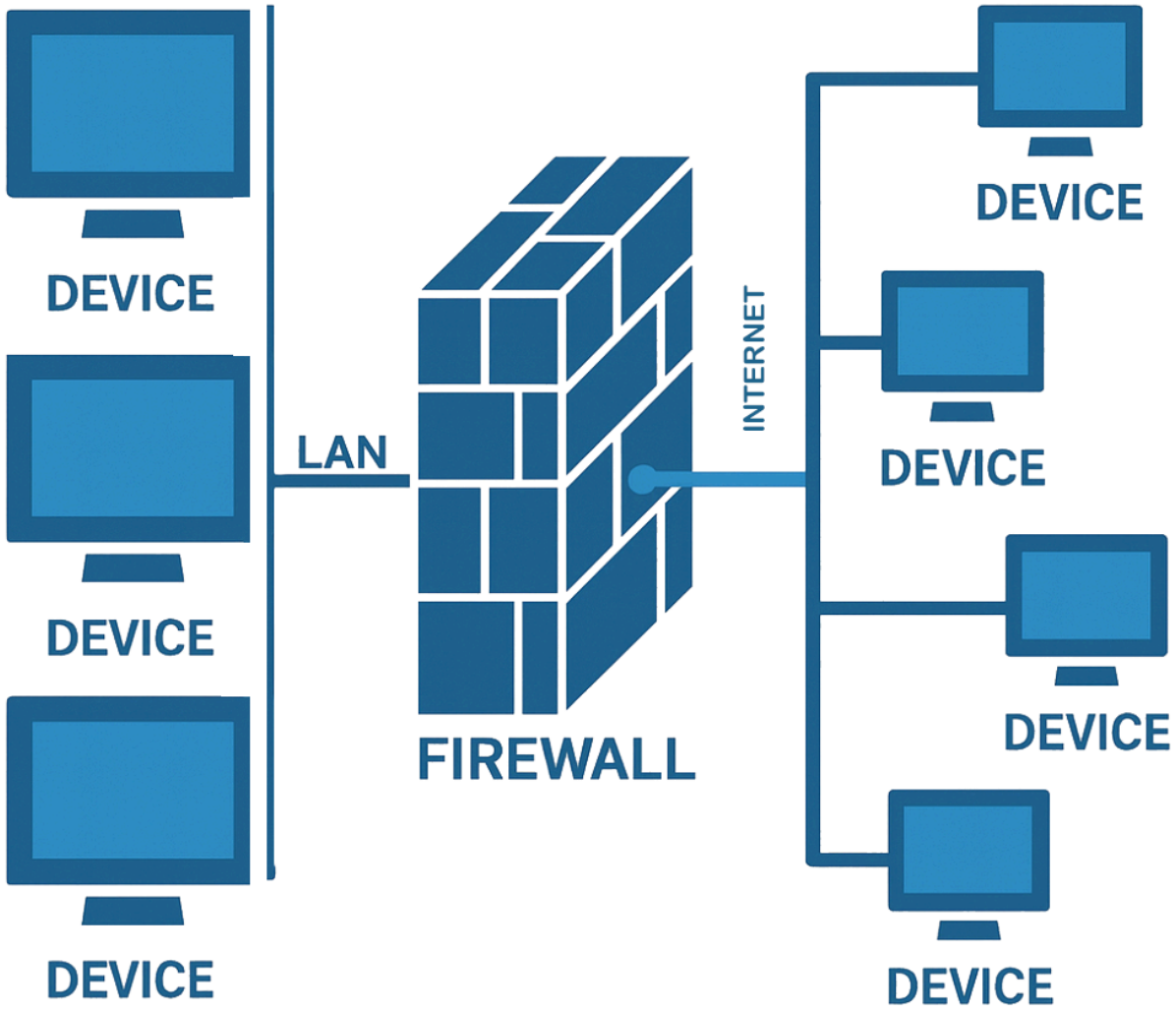
Firewall

Un firewall è un elemento hardware o software per la sicurezza della rete che monitora il traffico in entrata e in uscita e applica regole di sicurezza per consentire o bloccare determinate comunicazioni (Scarfone & Hoffman, 2009).

Dal punto di vista del funzionamento, un firewall è una specie di filtro che controlla il traffico di dati e blocca le trasmissioni pericolose o indesiderate in base a una serie di regole specifiche chiamate *ACL (*Access Control List).
La maggior parte dei firewall dispone di norme standard a cui l'utente finale può aggiungere altre personalizzate, in base alle proprie necessità.

Il firewall si interpone tra la rete esterna, che comprende Internet, e la rete interna dell'azienda, di casa o semplicemente il computer dell'utente finale.
Il firewall agisce in questo modo perché in modo semplificato, la rete interna viene considerata più conosciuta e controllabile, mentre la rete esterna, come Internet, viene trattata come meno attendibile e potenzialmente pericolosa.

La maggior parte dei firewall utilizza uno di questi due criteri generali di applicazione delle regole (Scarfone & Hoffman, 2009):
- **Default-deny**: per impostazione predefinita viene permesso solo ciò che viene autorizzato esplicitamente, mentre il resto viene vietato.
- **Default-allow**: per impostazione predefinita viene bloccato solo ciò che viene vietato esplicitamente, mentre il resto viene permesso.



Esempio
In molte reti scolastiche, il firewall può essere configurato in modo permissivo per il traffico in uscita: ciò significa che i dispositivi interni possono accedere a molti servizi Internet, salvo quelli esplicitamente bloccati.
Dal punto di vista della sicurezza, una logica default-deny è generalmente più rigorosa, perché consente solo il traffico esplicitamente autorizzato.
Tuttavia richiede una configurazione più attenta, per evitare di bloccare servizi utili alla didattica.

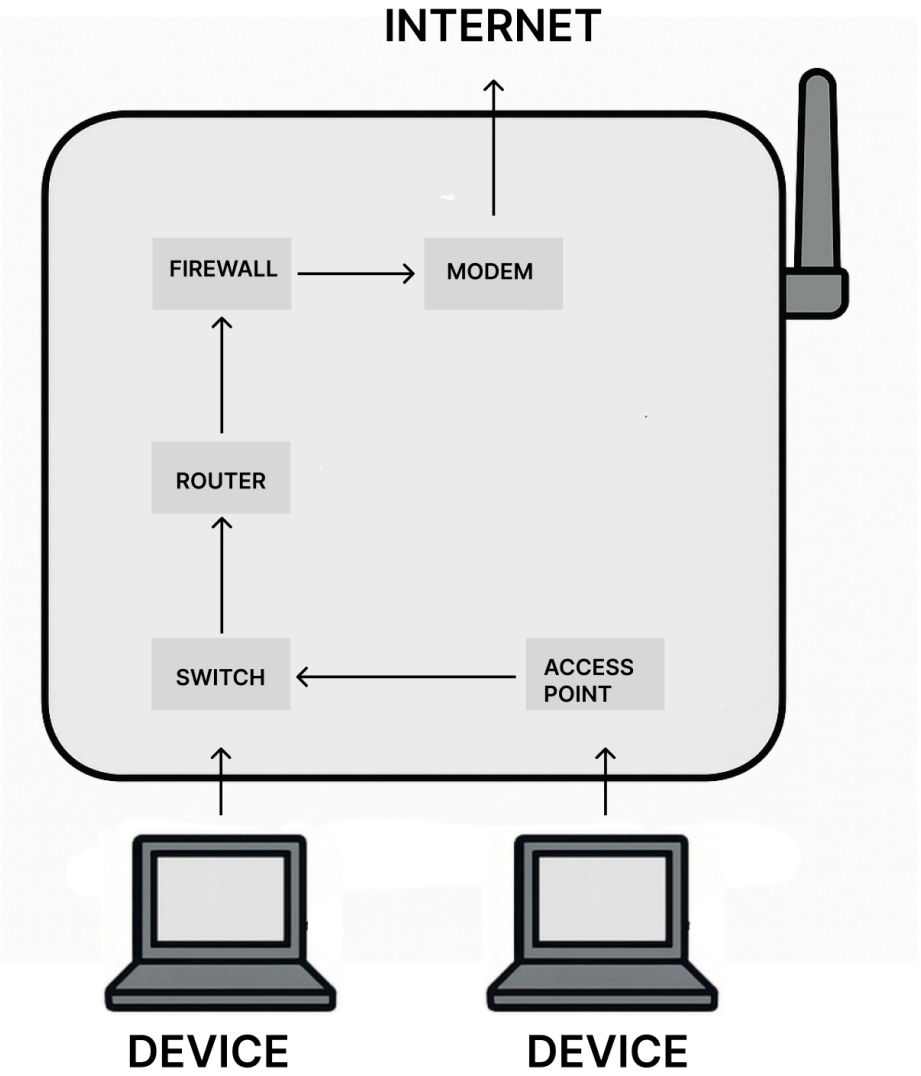
Modem Router

Il modem router è l'apparecchio che assolve sia alla funzione di modem che di router (Kurose & Ross, 2026).

In pratica, oltre a fungere da porta d’accesso a Internet, consente a tutti i dispositivi di casa di dialogare tra loro.

Siamo abituati da parecchi anni a chiamare erroneamente "modem" l'apparato che utilizziamo per connetterci a Internet (come il TIM HUB, Fast Gate, ecc.).
In realtà questi apparati incorporano, in un'unica "scatola", diversi dispositivi:

- Un access point che si occupa delle connessioni wireless.
- Uno switch che mette in comunicazione tra loro diversi dispositivi nella rete casalinga.
- Un gateway che ci permette di comunicare con Internet.
- Un firewall che si occupa della sicurezza della rete.
- Un modem (o un ONT) che converte i segnali della rete domestica in un formato adatto al mezzo di trasmissione usato, come doppino telefonico o fibra ottica.



Materiale di supporto

Esercizi

Scheda di rete, interfaccia e indirizzo MAC
Un computer portatile può collegarsi alla rete tramite cavo Ethernet oppure tramite Wi-Fi. Quando è collegato via cavo comunica attraverso una certa interfaccia di rete; quando utilizza il Wi-Fi ne utilizza un'altra.

Rispondi alle seguenti domande:

- Spiega la differenza tra scheda di rete e interfaccia di rete.
- Spiega perché sullo stesso dispositivo possono esistere più interfacce di rete.
- Indica quale funzione svolge l'indirizzo MAC.
- Due interfacce di rete dello stesso dispositivo possono essere identificate dallo stesso indirizzo MAC? Motiva la risposta sulla base di quanto spiegato nella dispensa.
- Un computer deve inviare dati a un altro dispositivo nella stessa rete locale. Spiega quale informazione presente nell'header permette di individuare l'interfaccia destinataria.
- Spiega perché conoscere solamente il nome assegnato dall'utente al computer non sarebbe sufficiente per svolgere la stessa funzione del MAC.

Lo switch del laboratorio
Un laboratorio scolastico possiede uno switch a cui sono collegati venti computer.

Il computer collegato alla porta 4 deve inviare dati al computer collegato alla porta 15. Lo switch conosce già l'indirizzo MAC associato alla porta 15.

Rispondi alle seguenti domande:

- Descrivi cosa fa lo switch quando riceve il pacchetto dalla porta 4.
- Indica quale informazione del pacchetto utilizza per decidere dove inoltrarlo.
- Spiega perché lo switch non deve necessariamente inviare il pacchetto a tutte le venti porte.
- Se il computer destinatario viene scollegato dalla porta 15 e collegato a un'altra porta, spiega quale informazione dovrà aggiornare lo switch.
- Spiega perché uno switch è particolarmente adatto per collegare dispositivi appartenenti alla stessa LAN.
- Uno studente propone di usare lo switch per collegare direttamente la rete della scuola a tre reti esterne differenti. Spiega perché, sulla base della dispensa, sarebbe necessario un altro tipo di dispositivo.

Collegare tre reti diverse
Un'azienda possiede tre reti separate:

- Una rete per gli uffici amministrativi.
- Una rete per il laboratorio tecnico.
- Una rete per gli ospiti.

L’azienda vuole consentire la comunicazione tra queste reti.

Rispondi alle seguenti domande:
- Individua quale dispositivo dovrebbe essere utilizzato per collegare le tre reti.
- Spiega perché uno switch non svolge lo stesso compito.
- Indica quante interfacce di rete deve possedere almeno il dispositivo scelto per collegare direttamente le tre reti.
- Spiega perché ogni interfaccia deve essere associata a una rete differente.
- Descrivi in termini generali cosa accade quando un dispositivo della rete degli uffici deve inviare un pacchetto a un dispositivo della rete del laboratorio.
- Spiega in che senso il dispositivo scelto deve decidere verso quale “percorso” inoltrare il pacchetto.

Uscire dalla rete di casa
Un computer domestico è collegato alla rete locale e vuole comunicare con un server presente su Internet.
Nella rete è presente un dispositivo che svolge la funzione di gateway predefinito.

Ricostruisci il percorso dei dati:
- Spiega perché il computer non può trattare Internet come se fosse semplicemente un altro dispositivo della propria rete locale.
- Indica a quale dispositivo deve inviare i dati destinati alla rete esterna.
- Descrivi cosa fa il gateway quando riceve questi dati.
- Spiega cosa accade quando la risposta proveniente da Internet ritorna verso la rete domestica.
- Spiega perché un gateway deve possedere almeno un’interfaccia rivolta verso la rete interna e una verso la rete esterna.
- Valuta l’affermazione: «Tutti i router sono necessariamente gateway». Indica se è corretta secondo la dispensa e motiva la risposta.

ADSL o fibra?
Due abitazioni utilizzano tecnologie differenti per collegarsi a Internet.
- Abitazione A: utilizza una connessione ADSL attraverso il doppino telefonico.
- Abitazione B: utilizza una connessione in fibra ottica.

Rispondi alle seguenti domande:
- Individua quale dispositivo svolge la conversione necessaria nell’abitazione A.
- Spiega cosa accade al segnale quando i dati vengono inviati attraverso la connessione ADSL.
- Individua quale dispositivo svolge una funzione equivalente nella connessione in fibra.
- Spiega cosa converte un ONT quando i dati passano dalla rete locale alla fibra.
- Descrivi cosa accade durante il percorso inverso, quando i dati arrivano dalla fibra alla rete locale.
- Spiega perché, secondo la terminologia utilizzata nella dispensa, chiamare semplicemente “modem” il dispositivo della connessione in fibra non è tecnicamente preciso.

Progettare il Wi-Fi di una scuola
Una scuola possiede già una rete cablata formata da switch e router. Vuole permettere anche a notebook e tablet di collegarsi senza cavo.
Deve inoltre creare una zona Wi-Fi accessibile agli studenti nella biblioteca.

Rispondi alle seguenti domande:

- Individua quale dispositivo deve essere aggiunto per permettere l'accesso wireless alla rete.
- Spiega a quale altro dispositivo della rete dovrebbe essere collegato.
- Ricostruisci il percorso che potrebbero seguire i dati di un tablet quando lo studente apre una pagina Internet, utilizzando i concetti access point → switch → router/gateway → modem o ONT → Internet.
- Spiega la differenza tra access point, Wi-Fi e hotspot.
- Uno studente attiva la funzione hotspot sul proprio smartphone. Spiega in che senso il telefono sta fornendo una funzione simile a quella descritta nella dispensa.
- Spiega perché l'hotspot della biblioteca indica un luogo o servizio di accesso, mentre il Wi-Fi indica la tecnologia utilizzata per il collegamento wireless.

Configurare il firewall
Una scuola vuole proteggere la propria rete.
Gli studenti devono poter utilizzare il web e alcuni servizi didattici, ma l'amministratore vuole impedire comunicazioni considerate indesiderate.

Sono state proposte due strategie:

- Strategia A: permettere tutto il traffico tranne quello esplicitamente vietato.
- Strategia B: vietare tutto il traffico tranne quello esplicitamente autorizzato.

Analizza le due strategie:

- Associa ciascuna strategia ai concetti di default-allow e default-deny.
- Spiega quale funzione svolge il firewall tra rete interna e rete esterna.
- Spiega che cosa sono le ACL e quale ruolo hanno nel funzionamento del firewall.
- Indica quale delle due strategie è descritta nella dispensa come generalmente più rigorosa dal punto di vista della sicurezza.
- Spiega quale problema pratico potrebbe provocare una configurazione default-deny troppo restrittiva in una scuola.
- Immagina che venga introdotto un nuovo servizio didattico online. Descrivi quale modifica potrebbe essere necessaria alle regole del firewall affinché gli studenti possano utilizzarlo.
- Scegli quale strategia adotteresti per una rete scolastica e motiva la decisione considerando sia sicurezza sia usabilità.

Cosa c'è veramente dentro il "modem" di casa?
Una famiglia riceve dal proprio provider un unico apparecchio. Alla scatola vengono collegati quattro computer tramite cavo, smartphone tramite Wi-Fi e la linea che porta verso Internet.

Uno dei componenti della famiglia dice:
«Questo apparecchio è semplicemente un modem.»

- Analizza l’affermazione ricostruendo tutte le funzioni che l’apparecchio deve svolgere.
- Individua quale componente permette ai dispositivi collegati via cavo di comunicare all’interno della rete locale.
- Individua quale componente permette a smartphone e tablet di collegarsi in modalità wireless.
- Individua quale componente permette alla rete domestica di comunicare con la rete esterna.
- Individua quale componente controlla il traffico applicando regole di sicurezza.
- Individua quale componente si occupa della conversione necessaria per utilizzare il mezzo trasmissivo verso il provider.
- Spiega perché un moderno modem router può quindi integrare più dispositivi logici o funzionalità all’interno della stessa scatola.
- Un computer collegato via Wi-Fi apre un sito Internet. Ricostruisci l’intero percorso dei dati attraverso i diversi componenti dell’apparecchio.
- Immagina infine che la funzione Wi-Fi si guasti ma lo switch integrato continui a funzionare. Spiega quali dispositivi potrebbero continuare a utilizzare la rete e quali no, motivando la risposta.

Bibliografia

Baker, F. (1995). *Requirements for IP version 4 routers (RFC 1812)*. RFC Editor. https://doi.org/10.17487/RFC1812

IEEE Standards Association. (2022). *IEEE standard for Ethernet (IEEE Std 802.3-2022)*. https://standards.ieee.org/ieee/802.3/10422/

IEEE Standards Association. (2025). *IEEE standard for information technology—Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks—Specific requirements—Part 11: Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications (IEEE Std 802.11-2024)*. https://standards.ieee.org/ieee/802.11/10548/

International Telecommunication Union. (2019). *Gigabit-capable passive optical networks (G-PON): Physical media dependent (PMD) layer specification (Recommendation ITU-T G.984.2)*. https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=14000

Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2026). *Computer networking: A top-down approach* (9th ed.). Pearson. https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/computer-networking-a-top-down-approach/P200000013385/9780135415603

Scarfone, K., & Hoffman, P. (2009). *Guidelines on firewalls and firewall policy (NIST Special Publication 800-41 Rev. 1)*. National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-41r1

Tanenbaum, A. S., Feamster, N., & Wetherall, D. J. (2021). *Computer networks* (6th ed.). Pearson. https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/computer-networks/P200000003188/9780137523214

Approfondimenti

- James F. Kurose e Keith W. Ross, Reti di calcolatori e Internet. Un approccio top-down, 8ª ed., Pearson, 2022 — Aiuta a collegare il funzionamento di schede di rete, switch e router ai protocolli e al percorso seguito dai dati.
- Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall e Nick Feamster, Reti di calcolatori, 6ª ed., Pearson, 2023 — Approfondisce Ethernet, indirizzi MAC, commutazione, instradamento, reti wireless e dispositivi di interconnessione.
- Marco Paganini, Tecnico esperto di computer e reti. Vol. 1: PC, Windows 10, reti, cloud, In Riga Edizioni, 2024 — Un testo accessibile, adatto alla scuola superiore, che integra hardware dei computer, apparati di rete e fondamenti del networking.
- Pier Calderan, Reti domestiche. La guida tascabile per creare reti su misura, 2ª ed., Apogeo, 2017 — Presenta in modo pratico schede di rete, switch, modem, router, access point e collegamenti cablati o wireless.
- Enrico Cipollone e Francesco Cipollone, Progettazione e conduzione di reti di computer. Vol. 1, EPC, 2012 — Offre un approfondimento tecnico su Ethernet, switching, routing, firewall, access list e configurazione degli apparati.

Nota editoriale

Per la realizzazione di questi materiali ho utilizzato strumenti di intelligenza artificiale generativa come supporto alla scrittura, in particolare per migliorare la forma del testo, riorganizzare i contenuti, correggere la formulazione e velocizzare alcune attività redazionali.

Lavorando autonomamente alla produzione di questi materiali, cerco infatti di automatizzare tutte le attività che possono esserlo, così da poter dedicare più tempo alla ricerca, alla progettazione e allo sviluppo dei contenuti.

L'intelligenza artificiale non determina però i contenuti dell'opera: la scelta degli argomenti, la struttura, le idee, le interpretazioni, gli esempi e l'impostazione didattica sono elaborati da me. L'IA viene quindi utilizzata principalmente come strumento di supporto alla produzione e alla revisione formale, mentre la responsabilità autoriale e progettuale dei contenuti rimane mia.

Salvo diversa indicazione, questo materiale è distribuito con licenza Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale (CC BY-NC-SA 4.0).

È quindi possibile condividere, ridistribuire, modificare e creare opere derivate a partire dal materiale, a condizione di attribuirne correttamente la paternità, di non utilizzarlo per scopi commerciali e di distribuire eventuali versioni modificate o derivate con la stessa licenza.

