

Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"
Laurea in Informatica

Sistemi Operativi e Reti
(modulo Reti)
a.a. 2024/2025

Esercitazione: ARP

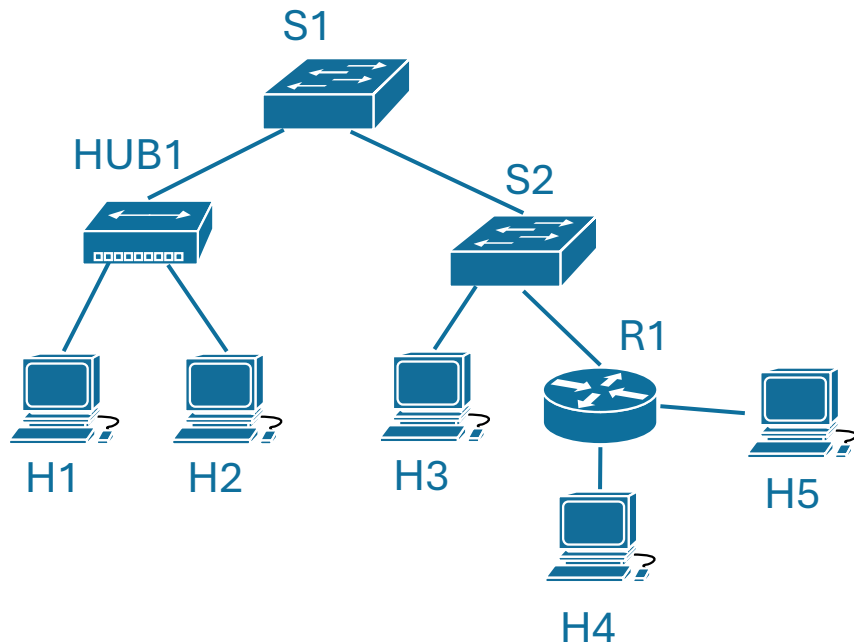
dr. Manuel Fiorelli

manuel.fiorelli@uniroma2.it

<https://art.uniroma2.it/fiorelli>

Esercizio 1

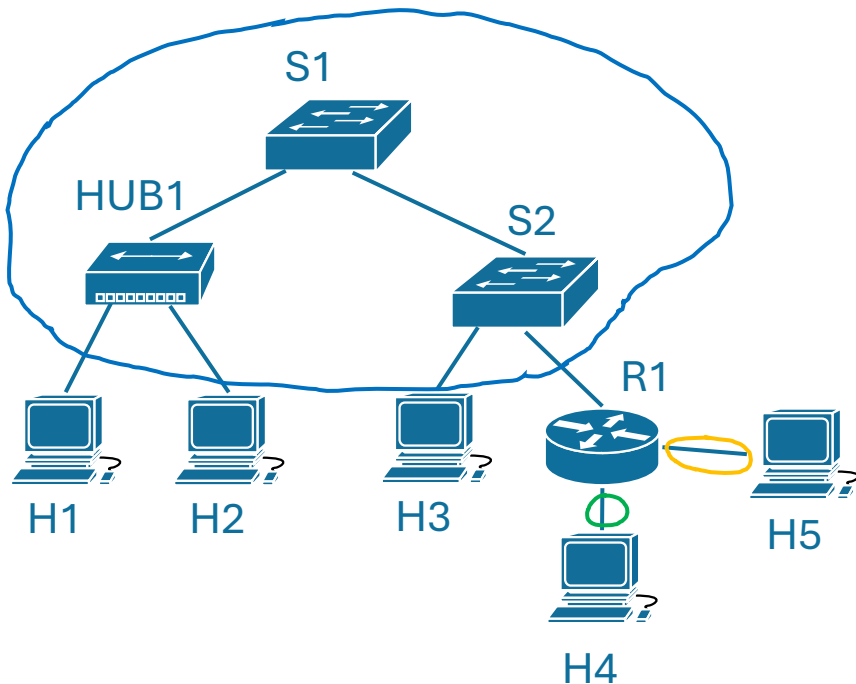
Si consideri la rete descritta della figura sottostante (ipotizzare che i collegamenti siano Ethernet):



1. Identificare le sottoreti IP
2. Supponendo che l'host H1 utilizzi il protocollo ARP per risolvere l'indirizzo IP di H3 nel suo indirizzo MAC, descrivere i messaggi scambiati e quali nodi li ricevono.
3. L'host H1 può utilizzare ARP per risolvere l'indirizzo IP dell'host H5 nel suo indirizzo MAC?

Esercizio 1 (soluzione)

Si consideri la rete descritta della figura sottostante:



1. Identificare le sottoreti IP

Sono state identificate 3 sottoreti IP, delimitate nella figura a sinistra da altrettante curve colorate.

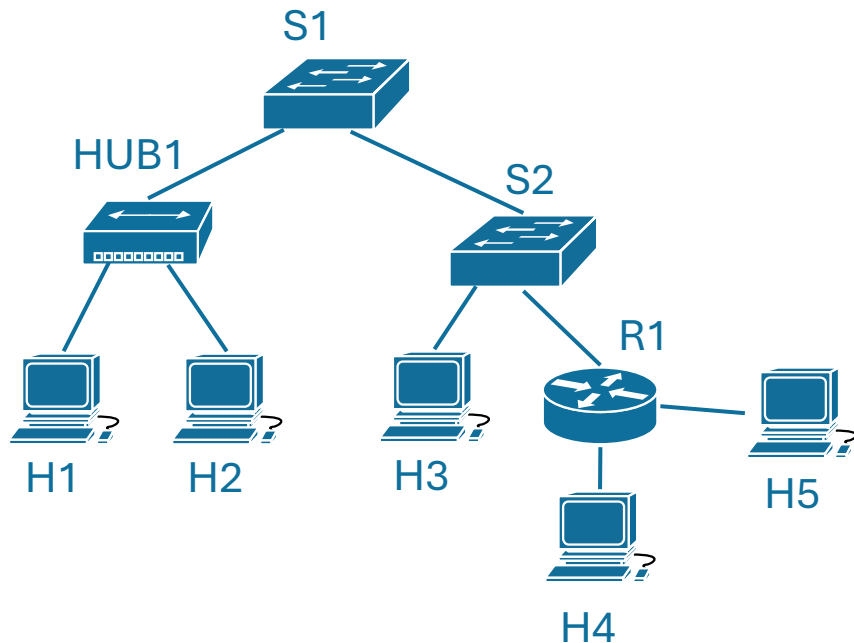
La procedura seguita è la seguente: si disconnettono le interfacce da host e router, quindi le sottoreti corrispondono alle diverse isole delimitate dalle interfacce.

Ne segue che una sottorete IP contiene interfacce che possono comunicare direttamente senza l'intermediazione di un dispositivo di livello 3 (es. un router) o superiore.

Esercizio 1 (soluzione)

Si consideri la rete descritta della figura sottostante:

2. H1 invia in broadcast un frame ethernet contenente una richiesta ARP



Ethernet Frame

Destination Address: FF-FF-FF-FF-FF-FF

Source Address: H1_{MAC}

EtherType: ARP

Richiesta ARP

SHA: H1_{MAC}

SPA: H1_{IP}

THA: ? (in realtà tutti 0)

TPA: H3_{IP}

FCS: CRC-32 del frame

sender hardware address

sender protocol address

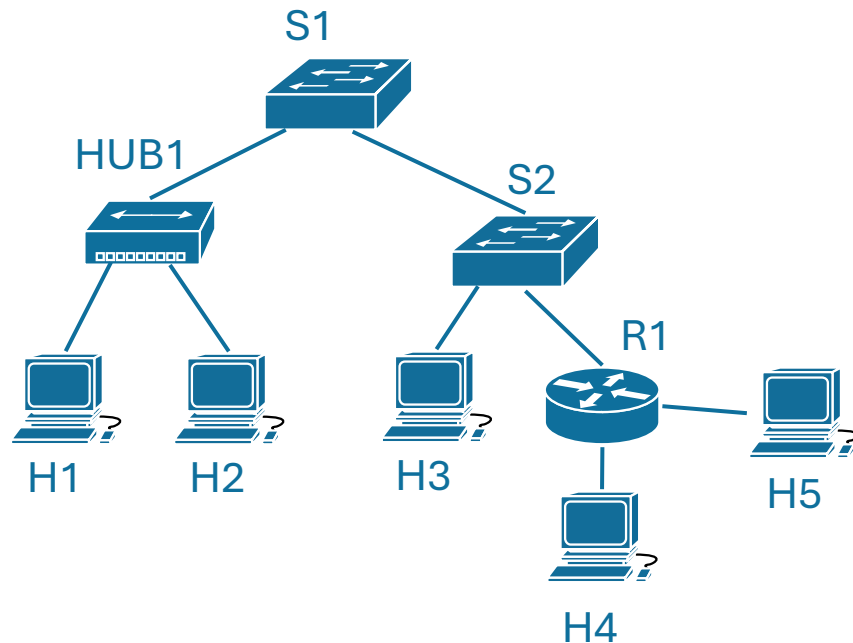
target hardware address

target protocol address

Codice per la rilevazione degli errori
nel trailer del frame

Esercizio 1 (soluzione)

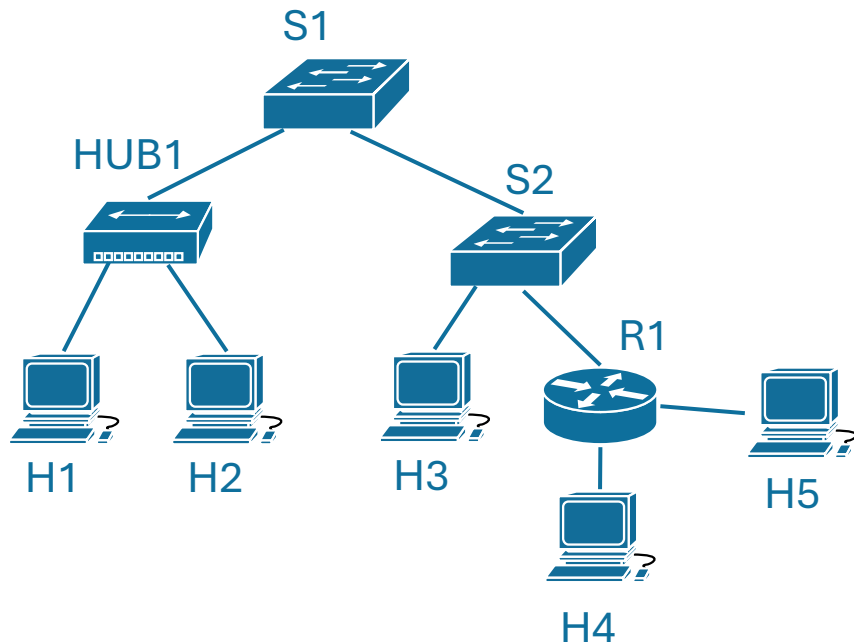
Si consideri la rete descritta della figura sottostante:



2. (cont.) H1 è connesso ad un hub: un dispositivo di livello fisico che ripete il segnale ricevuto da una interfaccia su tutte le altre interfacce. Pertanto, la richiesta ARP di H1 viene ricevuta da tutti i nodi collegati all'hub, cioè H2 e S1. S1 ritrasmette il frame broadcast su tutte le interfacce, eccetto quella di provenienza, registrando però che quella interfaccia conduce a H1. Il frame viene ricevuto da S2.

Esercizio 1 (soluzione)

Si consideri la rete descritta della figura sottostante:

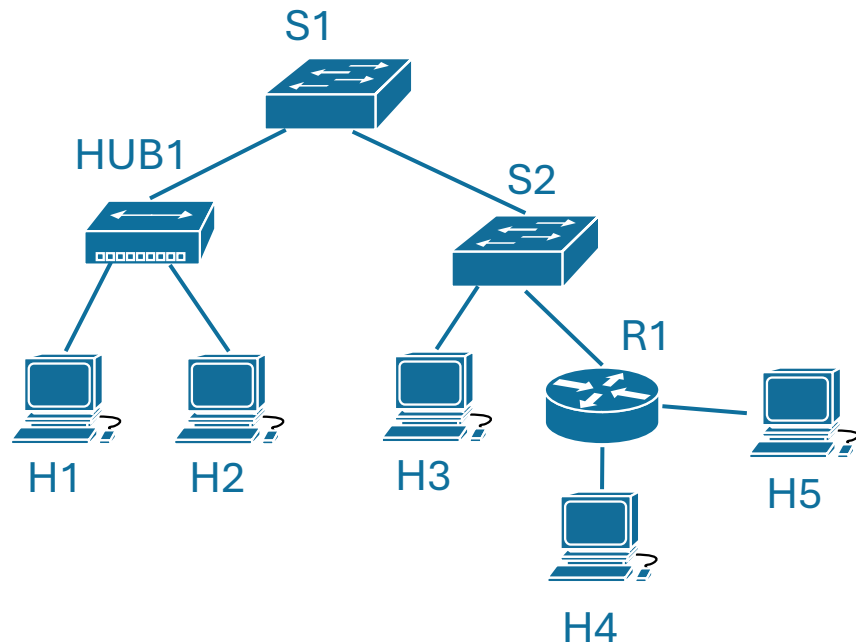


2. (cont.) S2 riceve il frame broadcast e, come S1, ritrasmette il frame su tutte le interfacce, eccetto quella di provenienza, registrando però che tramite quella interfaccia è raggiungibile H1.

Il frame viene ricevuto da H3 e da R1. Quest'ultimo, essendo un commutatore di pacchetti di livello 3, non inoltra il frame broadcast (di livello 2).

Esercizio 1 (soluzione)

Si consideri la rete descritta della figura sottostante:

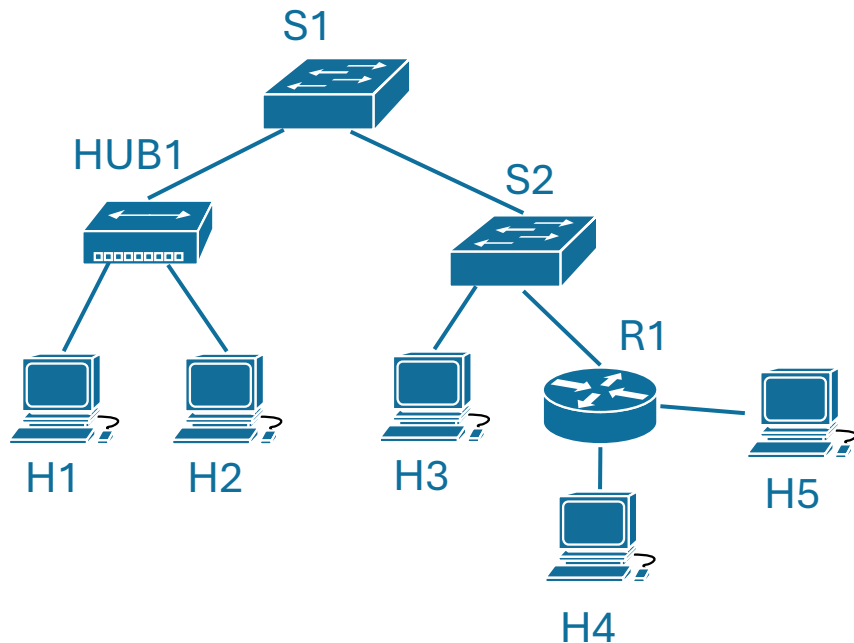


- (cont.) H2, H3, R1 hanno dunque ricevuto il frame broadcast contenente la richiesta ARP. Poiché l'indirizzo di destinazione è FF-FF-FF-FF-FF-FF, l'implementazione del protocollo di livello di collegamento di ciascun nodo de-incapsula la richiesta ARP e la passa, in virtù del valore *EtherType* nell'intestazione del frame, all'implementazione di ARP. In ogni nodo, l'implementazione del protocollo ARP verificherà se l'indirizzo IP target è il proprio.

Esercizio 1 (soluzione)

Si consideri la rete descritta della figura sottostante:

- (cont.) Il nodo H3 realizzerà dunque di dover inviare una risposta ARP in un frame destinato all'indirizzo MAC di H1.



Ethernet Frame

Destination address: H1_{MAC}

Source address: H3_{MAC}

EtherType: ARP

Risposta ARP

SHA: H3_{MAC}

SPA: H3_{IP}

THA: H1_{MAC}

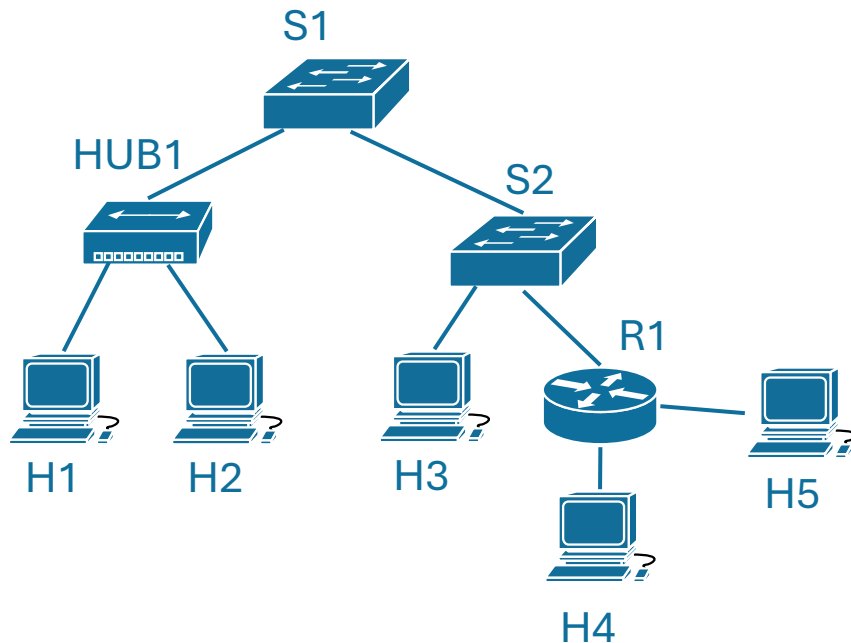
TPA: H1_{IP}

FCS: CRC-32 del frame

Indirizzo IP di H3 nel campo
"sender protocol address"
del messaggio ARP di
risposta

Esercizio 1 (soluzione)

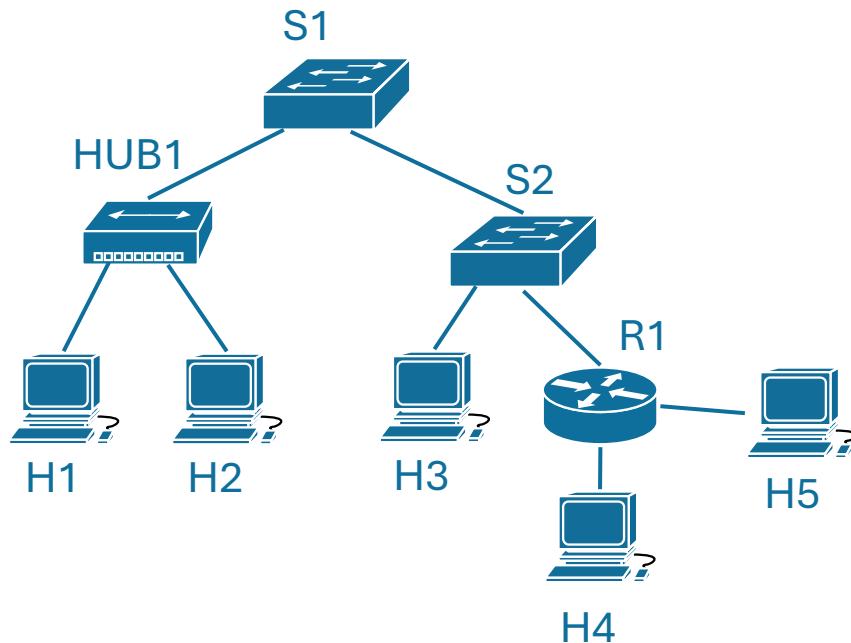
Si consideri la rete descritta della figura sottostante:



2. (cont.) Il frame contenente la risposta ARP e indirizzato a H1 viene ricevuto da S2. La sua tabella di commutazione associa l'indirizzo MAC di destinazione a una interfaccia differente (quella che lo collega a S1), cui viene inoltrato il frame. Il frame viene dunque ricevuto da S1, che ha nella propria tabella di commutazione ha una voce per l'indirizzo MAC di destinazione, che lo instruisce a inoltrarlo su una interfaccia differente (quella che la collega a HUB1). HUB1 ritrasmette i bit ricevuti su tutte le altre interfacce, pertanto il frame sarà ricevuto sia da H1 sia da H2. L'interfaccia di H2 scarterà il frame perché l'indirizzo di destinazione non coincide col proprio indirizzo MAC. Al contrario, l'interfaccia di H1 verificherà che l'indirizzo di destinazione coincide col proprio indirizzo MAC, pertanto passerà la risposta ARP contenuta in esso all'implementazione del protocollo ARP (che aggiornerà la tabella ARP).

Esercizio 1 (soluzione)

Si consideri la rete descritta della figura sottostante:



2. No. L'host H1 non può utilizzare il protocollo ARP per risolvere l'indirizzo IP di H5 nel suo indirizzo MAC. Infatti, H5 appartiene a una sottorete IP differente e, pertanto, non riceve i frame inviati all'indirizzo broadcast di livello 2. H1 comunicherà infatti con H5 in modo indiretto, instradando il traffico tramite R1.