

Cognome e nome: .....Matricola: .....

# Reti di Calcolatori - Prova del giorno 5-2-2019

## Compito A

Tempo a disposizione: **90** minuti. Regole del gioco: 1) Libri chiusi, vietato scambiare informazioni con altri, vietato usare calcolatrici, smartwatch e smartphone. 2) Indicare su tutti i fogli nome e numero di matricola. 3) Per le risposte usare SOLO GLI SPAZI ASSEGNATI. 4) Le modalità di verbalizzazione saranno rese note sul sito del corso. Si potrà verbalizzare solo seguendo tali modalità.

**Esercizio 1 (20%)** Rispondi alle seguenti domande su questioni che accadono nell'automobile Sally.

### 1.1 Scrivi la tabella d'instradamento di router-R.

| Prefisso | Netmask (usa la notazione con numeri decimali separati da punti) | Interfaccia (per denotare un'interfaccia usa il suo indirizzo MAC) | Next hop              |
|----------|--|--|-----------------------|
| 2.2.2.0  | 255.255.255.0  | 2:B  | D.C                   |
| 1.1.1.0  | 255.255.255.0  | 3:B  | 5.5.5.1 (IP router m) |
| 3.3.3.0  | 255.255.255.0  | 3:B  | 5.5.5.3 (IP router E) |
| 4.4.4.0  | 255.255.255.0  | 3:B  | 5.5.5.4 (IP Router I) |
| 0.0.0.0  | 0.0.0.0  | 3:B  | 5.5.5.11(IP router o) |
| 5.5.5.0  | 255.255.255.0  | 3:b  | D.c                   |
|          |  |  |                       |

**1.2** Dopo una lunga inattività il cruscotto C, al fine di verificare il corretto funzionamento del motore, effettua un ping verso l'indirizzo IPv4 del motore. Supponi che ping comporti l'invio di un solo pacchetto ICMP. Elenca i pacchetti che uno sniffer, posto nel punto dove è situata l'interfaccia di rete del cambio, vede transitare.

| MAC dest | MAC src | IP mittente (solo se IP) | IP destinatario (solo se IP) | tipo pacchetto (es: ARP request, ARP reply, ICMP echo-request, ICMP echo-reply, ICMP host unreachable) |
|----------|---------|--------------------------|------------------------------|--|
| FF:FF    | 2:A     | X                        | X                            | Arp request (per trovare il mac del motore)  |
| 2:A      | 0:2     | X                        | x                            | Arp reply  |
| 0:2      | 2:A     | 3.3.3.20                 | 1.1.1.2                      | icmp echo request  |
| 2:a      | 0:2     | 1.1.1.2                  | 3.3.3.20                     | icmp echo reply  |
|          |         |                          |                              |  |

**1.3** L'automobile Sally subisce un incidente. Niente di grave. Tutta la rete continua a funzionare, tranne Switch-R che nel suo filtering database inserisce erroneamente e in modo immutabile l'indirizzo MAC 0:22 esclusivamente nella LAN alla sua destra (quella della scheda con MAC 1:B). Per tutti gli altri indirizzi MAC continua a funzionare normalmente. Dopo una lunga inattività il cruscotto C, al fine di verificare il corretto funzionamento delle ruote, effettua un ping verso 2.2.2.22. Supponi che ping comporti l'invio di un solo pacchetto ICMP. Elenca i pacchetti che uno sniffer, posto nel punto dove è situata l'interfaccia di rete di P-DX, vede transitare.

| MAC dest  | MAC src | IP mittente (solo se IP) | IP destinatario (solo se IP) | tipo pacchetto (es: ARP request, ARP reply, ICMP echo-request, ICMP echo-reply, ICMP host unreachable) |
|---|---------|--------------------------|------------------------------|--|
| FF:FF   | 2:B     | X                        | X                            | arp request  |
| 2:B   | 0:22    | X                        | X                            | arp reply  |
| solo le arp possono raggiungere il destinatario perche, essendo bcast, attraversano lo switch. le altre richieste saranno bloccate dallo switch |         |                          |                              |  |
|   |         |                          |                              |  |

**1.4** Il risultato del ping dell'esercizio precedente fa accendere una spia sul cruscotto perchè il problema dell'esercizio 1.3 permane. Quindi Sally viene portata in un centro di assistenza. Il meccanico collega il suo computer (SU) con la wi-fi di Sally ed esegue alcuni test. In primo luogo fa in rapida successione ping su motore e cambio. Immediatamente dopo, per verificare lo stato della rete, esegue il comando traceroute verso l'indirizzo IP dell'accensione. Supponi che ogni round

Cognome e nome: .....Matricola: .....

del traceroute comporti l'invio di un solo pacchetto e che tale pacchetto sia UDP. Elenca solo i pacchetti relativi alla esecuzione del traceroute che uno sniffer, posto nella rete wi-fi, vede transitare.

| Address1 | Address2 | Address3 | Address4 | FromDS | ToDS | IP mittente<br>(solo se IP) | IP destinatario<br>(solo se IP) | tipo pacchetto (uno tra: ARP request, ARP reply, ICMP echo-request, ICMP echo-reply, UDP, ICMP port unreachable, ICMP time exceeded) |
|----------|----------|----------|----------|--------|------|-----------------------------|---------------------------------|--|
| 0:13     | 0:D      | 2:D      |          | 0      | 1    | 4.4.4.44                    | 1.1.1.4                         | udp con ttl1   |
| 0:D      | 0:13     | 2:d      |          | 1      | 0    | 4.4.4.1                     | 4.4.4.44                        | icmp time exceeded   |
| 0:13     | 0:d      | 2:d      |          | 0      | 1    | 4.4.4.44                    | 1.1.1.4                         | udp con ttl 2  |
| 0:D      | 0:13     | 2:d      |          | 1      | 0    | 5.5.5.1                     | 4.4.4.44                        | icmp time exc  |
| 0:13     | 0:d      | 2:d      |          | 0      | 1    | 4.4.4.44                    | 1.1.1.4                         | udp ttl 3  |
| 0:d      | 0:13     | 2:d      |          | 1      | 0    | 1.1.1.4                     | 4.4.4.44                        | icmp port unreachable  |
|          |          |          |          |        |      |                             |                                 |  |

**Esercizio 2 (20%)** La società CARS pensa che lo spazio di indirizzamento usato per Sally sia troppo ampio. Con riferimento allo scenario da usare per tutti gli esercizi, chiamiamo LAN1 la LAN con prefisso 1.1.1.0/24, LAN2 la LAN con prefisso 2.2.2.0/24, LAN3 la LAN con prefisso 3.3.3.0/24, LAN4 la LAN con prefisso 4.4.4.0/24, LAN5 la LAN con prefisso 5.5.5.0/24. La CARS vuole sostituire tutti gli indirizzi dello scenario con indirizzi ricavati dalla net 100.100.100.0/24.

**2.1** All'interfaccia 0:11 di router-O occorre assegnare obbligatoriamente l'indirizzo 100.100.100.177 con netmask 255.255.255.128. Quale prefisso deve essere assegnato alla LAN5? Quanti indirizzi al massimo può ospitare a questo punto la LAN5 (inclusa l'interfaccia citata)? Qual è l'indirizzo broadcast corrispondente?

Prefisso: 100.100.100.128  
 Numero massimo di indirizzi: 126  
 Indirizzo broadcast: 100.100.100.255

**2.2** Il resto degli indirizzi deve essere ripartito in parti uguali tra le rimanenti quattro LAN, con i seguenti vincoli: 100.100.100.1 deve andare al motore, 100.100.100.33 deve andare alla ruota anteriore sinistra, il 100.100.100.70 deve andare al cruscotto. Indica i prefissi, le netmask e l'indirizzo broadcast attribuiti alle varie LAN.

Prefisso per la LAN1: 100.100.100.0  
 Netmask per la LAN1 (notazione con numeri decimali separati da punti): 255.255.255.224  
 Indirizzo broadcast per la LAN1: 100.100.100.31

Prefisso per la LAN2: 100.100.100.32  
 Netmask per la LAN2 (notazione con numeri decimali separati da punti): 255.255.255.224  
 Indirizzo broadcast per la LAN2: 100.100.100.63

Prefisso per la LAN3: 100.100.100.64  
 Netmask per la LAN3 (notazione con numeri decimali separati da punti): 255.255.255.224  
 Indirizzo broadcast per la LAN3: 100.100.95

Prefisso per la LAN4: 100.100.100.96  
 Netmask per la LAN4 (notazione con numeri decimali separati da punti): 255.255.255.224  
 Indirizzo broadcast per la LAN4: 100.100.100.127

**Esercizio 3 (20%)** Nel funzionamento di Sally sono coinvolti vari protocolli di livello applicativo. Per rispondere alle seguenti domande non tenere conto delle variazioni all'indirizzamento dell'esercizio 2.

**3.1** Per informare periodicamente la casa costruttrice CARS sullo stato di Sally i vari processori sono tutti dotati di un MUA. Dopo un lungo periodo di inattività il MUA del cambio spedisce a veicoli@cars.com un messaggio di posta elettronica contenente il valore del livello attuale dell'olio. Supponi che la rete funzioni bene. Elenca i messaggi di livello

Cognome e nome: .....Matricola: .....

applicativo, visibili sulla LAN sulla quale sono collegati tutti i router, generati durante tutte le fasi di spedizione del messaggio fino al Mail eXchanger di arrivo (che ha indirizzo 82.57.200.135).

| IP mittente  | IP destinatario | tipo messaggio (il più appropriato tra: richiesta iterativa al DNS, risposta iterativa dal DNS, richiesta ricorsiva al DNS, risposta ricorsiva dal DNS, invio messaggio SMTP, invio messaggio POP3 o IMAP) | se richiesta o risposta DNS specificare il tipo/i tipi di record richiesti o ricevuti |
|--|-----------------|--|---|
| 3.3.3.3  | 8.8.8.8         | Richiesta ricorsiva al dns (per trovare outgoing mail server   | A   |
| 8.8.8.8  | 3.3.3.3         | Risposta ricorsiva   | A   |
| 3.3.3.3  | 85.18.95.140    | invio pacchetto smtp   |   |
| 85.18.95.140   | 8.8.8.8         | Richiesta ricorsiva al dns per conoscere il mail exc di cars   | mx  |
| 8.8.8.8  | 85.18.95.140    | risposta ricorsiva dns   | mx,a  |
| 85.18.95.140   | 82.57.200.135   | invio pacchetto smtp   |   |
| gli ultimi pacchetti non saranno visibili sulla lan perche il dialogo è tra due macchine |                 |  | fuori da cars.  |

**3.2** Per mostrare sul cruscotto le previsioni del tempo, C è dotato di un browser. Dopo un lungo periodo di inattività il browser accede con una singola GET http di 200 byte a www.piove.it, ottenendo come risposta un file html di 1.000 byte. Considera che www.piove.it ha indirizzo IPv4 62.123.187.23. Elenca i pacchetti IP che uno sniffer posto sulla LAN alla quale sono connessi tutti i router vede transitare. Se il pacchetto contiene TCP specifica le porte coinvolte. Specifica anche il tipo di contenuto. Supponi che C usi come porta mittente 7777 e ricorda che la porta well-known di http è la 80.

| IP mittente   | IP destinatario | Port mittente (solo se TCP) | Port destinatario (solo se TCP) | Tipo pacchetto contenuto (es: ICMP echo-request, ICMP echo-reply, ICMP host unreachable, TCP syn, TCP syn+ack, TCP ack, TCP dati, TCP dati+ack, TCP fin, : richiesta iterativa al DNS, risposta iterativa dal DNS, richiesta ricorsiva al DNS, risposta ricorsiva dal DNS) |
|---------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------------|--|
| 3.3.3.20      | 8.8.8.8         |                             |                                 | richiesta ricorsiva dns  |
| 8.8.8.8       | 3.3.3.20        |                             |                                 | risposta ricorsiva   |
| 3.3.3.20      | 62.123.187.23   | 7777                        | 80                              | tcp syn  |
| 62.123.187.23 | 3.3.3.20        | 80                          | 7777                            | tcp syn+ack  |
| 3.3.3.20      | 62.123.187.23   | 7777                        | 80                              | tcp ack  |
| 3.3.3.20      | 62.123.187.23   | 7777                        | 80                              | tcp dati   |
| 62.123.187.23 | 3.3.3.20        | 80                          | 7777                            | tcp ack  |
| 62.123.187.23 | 3.3.3.20        | 80                          | 7777                            | tcp dati   |
| 3.3.3.20      | 62.123.187.23   | 7777                        | 80                              | tcp ack  |
| 62.123.187.23 | 3.3.3.20        | 80                          | 7777                            | tcp fin  |
| 3.3.3.20      | 62.123.187.23   | 7777                        | 80                              | tcp fin +ack   |
| 62.123.187.23 | 3.3.3.20        | 80                          | 7777                            | tcp ack  |
|               |                 |                             |                                 |  |
|               |                 |                             |                                 |  |
|               |                 |                             |                                 |  |
|               |                 |                             |                                 |  |
|               |                 |                             |                                 |  |

**3.3** Supponi che immediatamente dopo la GET dell'esercizio 3.2 il cruscotto C faccia una nuova GET verso www.piove.it usando sempre come porta mittente la 7777. Potrebbe avere dei problemi? Se sì, perché, se no, perché?

no perchè uso una connessione per un singolo trasferimento dati

Cognome e nome: .....Matricola: .....

**Esercizio 4 (20%)** Supponi che la CARS voglia sostituire il protocollo IEEE802.3u usato per le LAN di Sally con un nuovo protocollo, basato su CSMA/CD, denominato CAR2CAR. In tale protocollo la banda è di 100 Mbit/sec. e il pacchetto di dimensione minima è di 10 bit, tutto compreso. Immaginando che la LAN5 si estenda dal paraurti anteriore al paraurti posteriore, quanto può essere lunga al massimo un'automobile? Motiva la risposta con calcoli chiari. Senza di essi la valutazione sarà nulla. Assumi che la velocità di propagazione sia  $2/3$  della velocità della luce nel vuoto (che a sua volta è 300.000 km/sec.).

$$1\text{mb} = 10^6 \implies 100\text{ mbit} = 10^8$$

suppongo il pacchetto di dim massima pari a 512 bit

il tempo della sua propagazione è  $10 \cdot 10^{-8}$

$$\text{lunghezza massima} = 10 \cdot 10^{-8} \cdot [2/3 \cdot 3 \cdot 10^5] = 20$$

**Esercizio 5 (20%)** Considera il problema della frammentazione di un pacchetto da parte di IPv4.

**5.1** Quali sono i motivi che possono spingere un router IPv4 a frammentare un pacchetto?

potremmo avere un Mtu (maximum transmission unit) in un determinato collegamento tale per cui il pacchetto che stiamo spedendo, per transitare sul collegamento, ha necessità di essere diviso in pacchetti più piccoli

**5.2** Elenca i campi utilizzati, nell'intestazione (header) dei pacchetti IPv4, per la frammentazione. Se non ne ricordi il nome esatto non preoccuparti, l'importante è che tu descriva la funzione svolta da ciascuno di tali campi.

usiamo i campi ident, fragment offset, i bit di controllo MF e DF.

il campo ident serve per individuare i frammenti di uno stesso pacchetto, infatti tutti i pacchetti aventi lo stesso valore nel campo ident saranno unificati per ottenere nuovamente il pacchetto originali.

il campo segment offset che ha lo scopo di indicare a che punto del flusso di dati di un pacchetto ci troviamo, indica cioè la distanza del pacchetto attuale dall'inizio del pacchetto. Tale distanza si misura in multipli di 8 byte.

il bit di controllo MF (more fragment) indica se di quel pacchetto esistono altri frammenti, se ha valore 0 allora mi trovo di fronte all'ultimo frammento

il bit DF (don't fragment) indica, se vale 1, che il pacchetto non può essere frammentato

**5.3** Un router IPv4 può riassemblare un pacchetto? Perché?

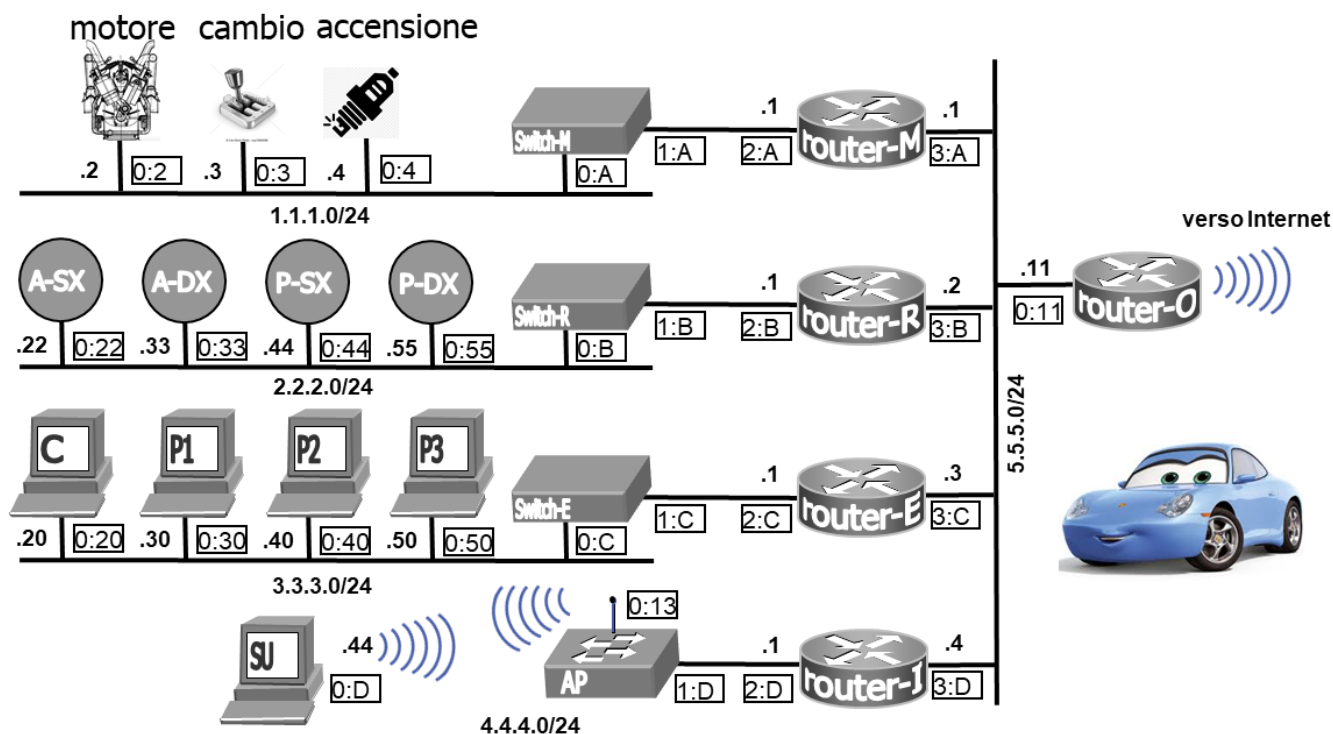
i router IPv4 possono solamente frammentare, il riassemblamento è affidato ai soli end systems poichè ai router di riassemblare sarebbe un'operazione troppo

Cognome e nome: .....Matricola: .....

**Scenario da usare per tutti gli esercizi.** La rete in figura è la rete di bordo di un'automobile denominata Sally della società CARS. Le varie componenti dell'automobile: motore, cambio, accensione, ruota anteriore sinistra (A-SX), anteriore destra (A-DX), posteriore sinistra (P-SX), posteriore destra (P-DX), cruscotto del conducente (C), televisione dei tre passeggeri (P1, P2 e P3) sono tutte dotate di un processore e di una scheda di rete IEEE802.3u con indirizzo MAC e indirizzo IPv4. Sull'automobile è inoltre disponibile una rete wi-fi alla quale i passeggeri possono collegare i loro smartphone ecc.

I numeri in grassetto indicano l'indirizzo IPv4 e la netmask delle LAN e delle interfacce (es. **.22** vuol dire che l'ultimo byte dell'indirizzo ha valore 22). I numeri nei riquadri (es: **0:22**) sono gli indirizzi MAC delle interfacce. I processori motore, cambio e accensione hanno router-M come router di default. I processori A-SX, A-DX, P-SX, P-DX hanno router-R come router di default. I processori C, P1, P2 e P3 hanno router-E come router di default. Le apparecchiature connesse sulla rete wi-fi hanno router-I come router di default. La rete è connessa al resto di Internet attraverso router-O. Supponi che le tabelle d'instradamento di tutti router siano configurate correttamente.

I processori hanno tutti 8.8.8.8 come name server di default e mail.cars.com (che ha indirizzo 85.18.95.140) come outgoing mail server.



Cognome e nome: .....Matricola: .....

**Strappa questo foglio ed usalo per la brutta copia.**

**Non consegnare questo foglio, ma scrivici comunque cognome e nome.**

**L'altra facciata di questo foglio contiene lo scenario da usare in tutti gli esercizi.**