

| | | | |
|------|-----------|---------------|----------------|
| Naam | Initialen | Studentnummer | Studierichting |
| | | | |

Tentamen Telematica Systemen en Toepassingen (261000) 7 november 2007, 9.00 – 12.30

Opmerkingen:

- Alleen 1 dubbelzijdig blad met aantekeningen / samenvatting (ongeacht lettergrootte / dichtheid) en een woordenboek zijn toegestaan als hulpmateriaal. Het gebruik van het boek van Kurose en Ross of enig ander gedrukt materiaal is niet toegestaan.
- Het gebruik van een rekenmachine is toegestaan. Gebruik van PDA, laptop computer, mobiele telefoon, enz., is niet toegestaan. Schakel je mobiele telefoon uit en berg hem op.
- Geef je antwoorden op deze bladen.
- Aanduidingen zoals “[10]” bij vragen betekenen dat je 10 punten voor die vraag kunt verdienen.
- Vul je naam, studentnummer, enz., bovenaan deze bladzijde in.

Let op: Opgave 1 t/m 7 zijn voor alle studenten. Van opgave 8 zijn twee versies, 8A en 8B.

- Alle niet-BMT-studenten moeten opgave 8A maken.
- BMT-studenten die TST voor de eerste maal volgen **moeten** opgave 8B te maken.
- BMT-studenten die TST herkansen hebben de keuze het tentamen te doen op basis van de aangepaste BMT stof, zoals die dit jaar gegeven werd, en **mogen** opgave 8B maken in plaats van 8A.

Alle BMT-studenten die opgave 8B maken dienen dat hieronder aan te kruisen. Slechts één van beide opgaven wordt nagekeken.

Ik ben BMT-student en ik wil dat opgave 8B wordt nagekeken ipv opgave 8A.

Alleen voor de docent:

| | | | | | | | | | |
|---------|---|---|---|----|---|---|---|----|--------|
| Vraag | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Totaal |
| Punten | | | | | | | | | |
| Maximum | 5 | 8 | 4 | 10 | 4 | 8 | 7 | 11 | 57 |

Lijst van afkortingen:

| | |
|---------|--|
| ABP | Alternating Bit Protocol |
| ACK | ACKnowledgement |
| ARP | Address Resolution Protocol |
| CRC | Cyclic Redundancy Check |
| CSMA/CD | Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection |
| DNS | Domain Name System |
| GBN | Go-Back-N |
| HTML | HyperText Markup Language |
| HTTP | HyperText Transfer Protocol |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronics Engineers |
| IP | Internet Protocol |
| JPG | Joint Photographic experts Group |
| LAN | Local Area Network |
| MAC | Medium Access Control |
| MSS | Maximum Segment Size |
| NAT | Network Address Translator |
| RTT | Round Trip Time |
| SR | Selective Repeat |
| TCP | Transmission Control Protocol |
| TTL | Time-To-Live |
| URL | Universal Resource Locator |

1) Algemene vragen [5]

Geef van ieder van de volgende stellingen aan of deze waar of niet waar is. Omcirkel het juiste antwoord.

Let goed op: *goed antwoord: +1/2 punt; fout antwoord: -1/2 punt; geen antwoord: 0 punt.*

- a) De *timeout* van een transportprotocol moet groter zijn dan de RTT.
waar / niet waar

- b) Met een CRC kan elk **oneven** aantal bitfouten in een frame **gecorrigeerd** worden.
waar / niet waar

- c) Wanneer een NAT een pakket *forward* zal het nooit tegelijkertijd het *source IP address* en het *destination IP address* van dat pakket veranderen.
waar / niet waar

- d) Poortnummers vormen de verbindende schakel tussen de netwerk- en de transportlaag.
waar / niet waar

- e) Bij *IP-spoofing* worden *destination*-adressen in de *IP-header* veranderd.
waar / niet waar

- f) Bij het verzenden van een e-mail bericht hebben zender en ontvanger rechtstreeks contact met elkaar.
waar / niet waar

- g) In DNS staat voor elke webserver het te gebruiken poortnummer vermeld.
waar / niet waar

- h) De bekende *three-way handshake* van TCP kost iedere keer 3 keer de RTT (bij het opzetten van een TCP verbinding).
waar / niet waar

- i) Dankzij het TTL-veld in de *IP-header* kunnen IP-pakketten niet eindeloos rondjes blijven lopen in het netwerk.
waar / niet waar

- j) Tijdens de TCP *slow start* fase groeit het TCP *congestion window* met 1 MSS iedere keer dat een ACK voor *unacknowledged* data ontvangen wordt.
waar / niet waar

2) HTTP [8]

We beschouwen een simpele *client-server* configuratie, waarin door een *client*, via HTTP, een webpagina van een *server* wordt geladen. De webpagina bestaat uit een basisframe (HTML) van h bytes, en drie ingebedde plaatjes (JPG) van respectievelijk p_1 , p_2 , en p_3 bytes. De RTT tussen *client* en *server* nemen we constant aan, en bedraagt T seconden. De effectieve transmissiesnelheid tussen de *client* en *server* is R bytes per seconde. Effecten met betrekking tot *flow-* en *congestion-control* van TCP kunnen vooralsnog worden verwaarloosd; het opzetten van connecties evenwel niet.

Hoeveel bedraagt de antwoordtijd R (uitgedrukt in termen van h , T , R en p_1 tot en met p_3) wanneer gebruik gemaakt wordt van:

a) *non-persistent* HTTP [2]:

$R =$

b) *persistent* HTTP zonder *pipelining* [2]:

$R =$

c) *persistent* HTTP met *pipelining* [2]:

$R =$

We beschouwen nu alleen het downloaden van het basisframe via TCP, en we nemen aan dat TCP met *slow start* werkt. *Flow control* speelt geen rol. Ga er van uit dat h (de grootte van de basispagina) gelijk is aan 4 keer MSS (in bytes) en dat $T > MSS/R$. Er wordt gewerkt met *persistent* HTTP zonder *pipelining*.

d) Hoe groot is de responsetijd R voor het downloaden van enkel de basispagina in dit geval? [2]

$R =$

3) TCP throughput [4]

We beschouwen nu TCP in de *congestion avoidance* fase, voor het transport van een zeer groot bestand van A naar B. We geven met W de grootte van het *congestion window* aan, waarbij typisch (d.w.z. gemiddeld genomen) een pakketverlies optreedt.

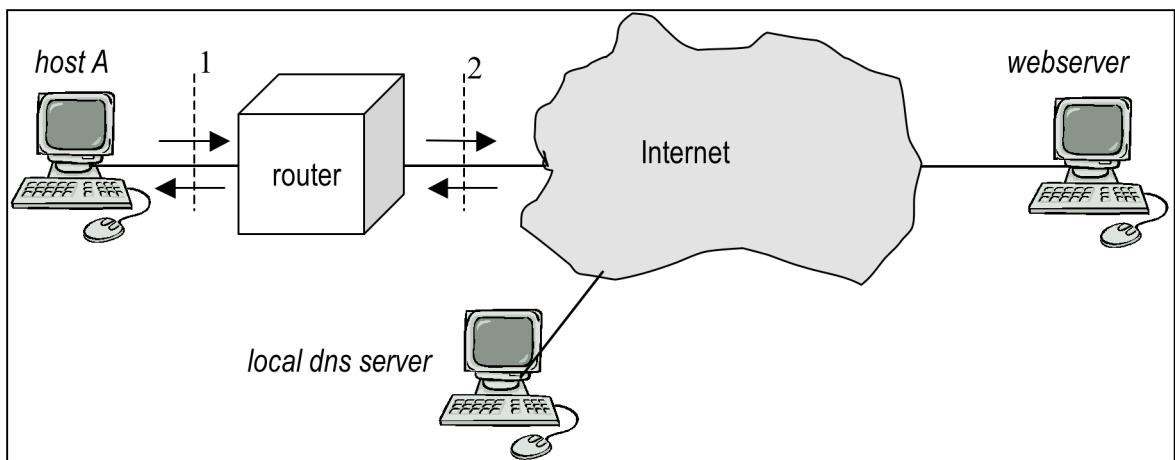
- a) Leg uit waarom de gemiddelde throughput van zo'n connectie gegeven wordt door de uitdrukking $Throughput = \frac{3}{4} \cdot W / RTT$, waarbij RTT de (constant geachte) *round-trip* tijd is [2].

- b) Voor sommige applicaties zal bovengenoemde *Throughput* niet groot genoeg zijn. Noem twee manieren waarop A er voor kan zorgen dat er gemiddeld toch een grotere throughput tussen A en B wordt bereikt. Geef daarbij ook wat een eventueel nadeel van die manier is, voor wie dat nadeel vooral geldt, en wat daar eventueel weer aan gedaan kan worden [2].

4) Adressering [10]

Beschouw de volgende configuratie. *Host A* heeft een Ethernet verbinding met een router die is verbonden met het internet. Een *webserver*, van welke de gebruiker van *host A* een pagina wil bekijken is ook verbonden met het internet. Hetzelfde geldt voor de *local dns server* van *host A*. We gaan er van uit dat *host A* recursieve *queries* naar de *local dns server* zal sturen om dns namen om te zetten in IP adressen. Het volgende kan gezegd worden over de IP adressen en MAC adressen van de verschillende nodes:

| | <i>IP adres</i> | <i>MAC adres</i> |
|--|-----------------|-------------------|
| <i>host A</i> : | 130.89.14.205 | 00:13:13:13:13:13 |
| router intern (kant van host A): | 130.89.14.1 | 00:11:11:11:11:11 |
| router extern (kant van het internet): | 130.89.227.131 | 00:D7:D7:D7:D7:D7 |
| <i>webserver</i> (www.kinkfm.nl): | 194.109.152.62 | 00:62:62:62:62:62 |
| <i>local dns server</i> : | 130.89.2.2 | 00:12:12:12:12:12 |



We veronderstellen dat de *DNS cache* en de *ARP tabel* van *host A* initieel geheel leeg zijn. Stel nu dat de gebruiker van *host A* de website <http://www.kinkfm.nl/> wil bezoeken, en daartoe de URL in zijn browser intypt en op enter drukt.

Het eerste pakket dat van *host A* naar de router verstuurd zal worden is een Ethernet frame met daarin een ARP query pakket.

- a) Dit frame zal o.a. een *Source MAC Address*, een *Destination MAC Address*, en een *Sender* en *Target* (receiving) *IP Address* bevatten. Welke adressen zijn dit? [2]

Source MAC Address:

Destination MAC Address:

Sender IP Address:

Target IP Address:

- b) Waarom stuurt *host A* dit pakket? [1]

Het volgende pakket dat van host A naar de router verstuurd zal worden is een Ethernet frame met daarin een IP pakket. Door middel van dit pakket probeert host A het IP adres van de webserver (www.kinkfm.nl) te achterhalen.

- c) Dit frame zal o.a. een *Source MAC Address*, een *Destination MAC Address*, een *Source IP Address* en een *Destination IP Address* bevatten. Welke adressen zijn dit? [2]

Source MAC Address:

Destination MAC Address:

Source IP Address:

Destination IP Address:

- d) De IP *header* van dit pakket bevat ook het veld "(Upper Layer) Protocol". Naar welk protocol zal dit veld verwijzen? [1]

- e) Na ontvangst van de *reply* op dit pakket weet host A het IP adres van www.kinkfm.nl, en zal nu een TCP connectie met deze webserver initiëren. Welke adressen zal het pakket hebben dat host A daartoe in de richting van de router stuurt? [2]

Source MAC Address:

Destination MAC Address:

Source IP Address:

Destination IP Address:

- f) Welke van deze adressen zullen door de router gewijzigd worden, wanneer de router het pakket doorstuurt in de richting van het Internet? [2]

- g) Welke van deze adressen zullen gewijzigd worden wanneer de node die host A met het Internet verbindt geen router, maar een *Network Address Translator* (NAT)? [2]

5) Caching in communicatiesystemen [4]

Noem minstens twee gevallen waarbij *caching* een belangrijke rol speelt in gelaagde communicatiesystemen. Geef voor beide gevallen aan welk protocol daar een belangrijke rol bij speelt, wat er *gecached* wordt, en wat daarvan het voordeel is.

Geval 1:

Protocol?

Wat?

Voordeel?

Geval 2:

Protocol

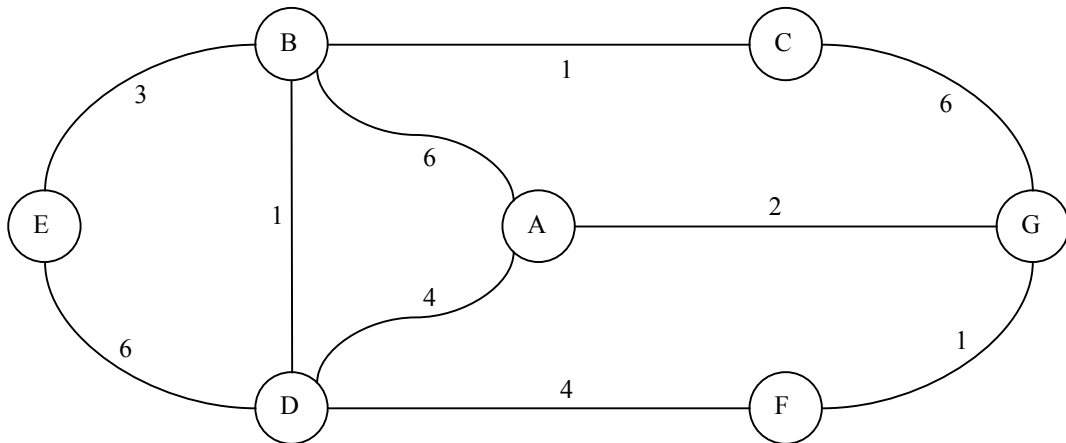
Wat?

Voordeel?

6) Routing [8]

a) Wat zijn de verschillen tussen een globaal en een decentraal routeringsalgoritme? [2]

b) Beschouw onderstaand IP-netwerk: de knooppunten zijn de routers en de lijnen de communicatie links. Gebruik het algoritme van Dijkstra om onderstaande tabel in te vullen om zodoende het kortste pad van A tot alle andere nodes te berekenen. Hierbij is N de verzameling van al afgehandelde nodes, $D(x)$ de afstand tot node x , en $p(x)$ de voorganger van x op het kortste pad van A naar x . [6]



| step | N | $D(B), p(B)$ | $D(C), p(C)$ | $D(D), p(D)$ | $D(E), p(E)$ | $D(F), p(F)$ | $D(G), p(G)$ |
|------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 0 | {A} | 6,A | ∞ | 4,A | ∞ | ∞ | 2,A |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |

7) **Link-layer en Ethernet [8]**

- a) In de meeste *link-layer* standaarden worden voorzieningen voor error-detectie en correctie gespecificeerd. Waarom wordt dit gedaan? Dat soort voorzieningen zijn toch ook al aanwezig in de transport- en/of netwerk-laag? Geef minstens twee redenen. [2]

Reden 1:

Reden 2:

- b) De efficiency van Ethernet wordt vaak weergegeven door de volgende expressie: $Eff = (1 + 5d_{prop}/d_{trans})^{-1}$. Geef aan de hand van deze expressie aan met welke twee fysische veranderingen je de efficiëntie kunt vergroten, en leg deze ook uit. [2]

Verandering 1:

Verandering 2:

- c) We beschouwen Ethernet (CSMA/CD) met het bekende *binary exponential backoff* algoritme. Er zijn op een gegeven moment 3 nodes actief, te weten A, B, en C. A heeft zojuist een 2^{de} achtereenvolgende *collision* waargenomen, B de 4^{de}, en C de eerste. Uit welke ranges trekken A en B hun *random backoff* periode [2]?
- d) We beschouwen Ethernet (CSMA/CD) met het bekende *binary exponential backoff* algoritme. Er zijn op een gegeven moment 2 nodes actief, te weten A en B. A heeft zojuist de 2^{de} achtereenvolgende *collision* waargenomen, B de 4^{de}. Laat zien dat de kans dat A de volgende “access competitie” wint gelijk is aan 27/32. [2]

8A) (Niet voor BMT:) ABP, GBN, en SR [11]

- a) Wat is het essentiële verschil tussen ABP en GBN? [2]

- b) Wat is het voordeel van GBN boven ABP? [2]

- c) Is dit voordeel van GBN boven ABP het grootst op een verbinding met een grote *round-trip*-tijd, met een kleine *round-trip*-tijd, of maakt dit niet uit? Leg uit. [1]

Als het gebruikte *window* W pakketten groot is, is het bij GBN voldoende als er $W+1$ verschillende *sequence* nummers beschikbaar zijn, en bij SR $2 \cdot W$, zo hebben we op het werkcollege beredeneerd.

- d) Wat voor soort probleem kan er optreden als niet aan deze voorwaarde is voldaan? [2]

Bij de afleiding van het minimaal benodigde aantal *sequence* nummers is (stilletjes) aangenomen dat pakketten in het netwerk elkaar niet kunnen "inhalen": pakketten die niet verloren gaan worden in de **juiste volgorde** afgeleverd.

- e) Als pakketten elkaar **wel** kunnen inhalen, is dan een groter aantal *sequence* nummers nodig? Waarom wel/niet? [2]

- f) Is het in het internet mogelijk dat twee pakketten elkaar inhalen? Leg uit. [2]

8B) (Alleen voor BMT:) Draadloze Netwerken [11]

- a) Noem 3 belangrijke verschillen tussen een draadgebonden en een draadloze link. [3]
- 1)
 - 2)
 - 3)
- b) Wat is het “*hidden terminal*” probleem? [2]
- c) Stel je een IEEE 802.11 Wireless LAN voor, waarbij twee hosts, host A en host B verbonden zijn met een *access point*. Stel je verder voor dat host B gebruik maakt van *power management*. Hoe wordt voorkomen dat pakketten die host A naar host B wil zenden verloren gaan wanneer host B in “*sleep state*” is? [2]
- d) Wat is het belangrijkste verschil tussen 1ste generatie en 2e generatie cellulaire communicatiesystemen? [1]
- e) Wat is het belangrijkste verschil tussen 2e generatie en 3e generatie cellulaire communicatiesystemen? [1]
- f) Noem een belangrijk voordeel en een belangrijk nadeel van een IEEE 802.11 Wireless LAN ten opzichte van een cellulair communicatiesysteem. [2]

voordeel:

nadeel: