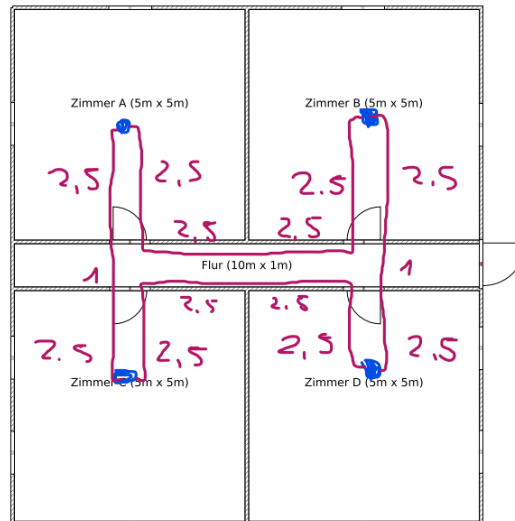


Aufgabe 5.1 5.5/10P

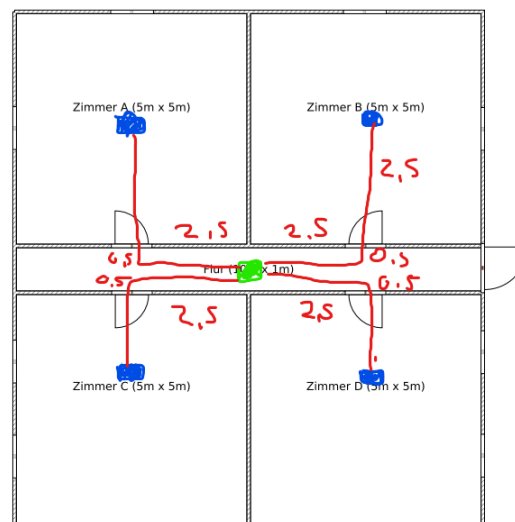
4/8P a) i) Token Ring
1/1P



Die Rechner sind miteinander über einen "Kreis" verbunden, wobei die Leitung eine insgesamt ungefähre Länge von

$$12 \cdot 2.5m + 2 \cdot 1m = 32m \text{ hat.}$$

Ethernet mit einem Hub, Ethernet mit Full-Duplex-Switch



Die Rechner sind mit dem Hub verbunden, wobei die Leitung eine insgesamt ungefähre Länge von

$$8 \cdot 2.5m + 4 \cdot 0.5m = 22m \text{ hat.}$$

Die Länge von Ethernet mit Full-Duplex-Switch ist Analog zur Länge mit einem Hub.

2/2.5P ii) **Token Ring**

$$SD + AC + FC + DA + SA + INFO + PCS + ED + FS =$$

$$1\text{Byte} + 1\text{Byte} + 1\text{Byte} + 6\text{Bytes} + 6\text{Bytes} + 0\text{Byte} + 4\text{Byte} + 1\text{Byte} + 1\text{Byte} = 21\text{Bytes}$$



Ethernet mit einem Hub

Wir nehmen den größten Abstand zwischen zwei station, A nach D = 11m.

Die Kupferleitung Ausbreitungsgeschwindigkeit beträgt $2 \cdot 10^8 \text{m/s}$

Die Signallaufzeit beträgt dann $\frac{11\text{m}}{2 \cdot 10^8 \text{m/s}} = 55\text{ns}$

minimale Rahmenlänge = $2 \cdot \text{Signallaufzeit} \cdot \text{Datenrate} = 2 \cdot 55\text{ns} \cdot 10\text{Gbit/s} = 1100\text{Bits}$

-0.5P: Bei Switched-Ethernet benötigen wir keine Kollisionserkennung, da keine Kollisionen auftreten können, also keine minimale Rahmenlänge. Also nur 19 Byte Header.

Ethernet mit Full-Duplex-Switch

Hier wird auf CSMA/CD verzichtet, also benötigen wir nicht die doppelte Signallaufzeit:

$$55\text{ns} \cdot 10\text{Gbit/s} = 550\text{Bits}$$

0/2.5P iii) **Token Ring**

Die Leitungslänge von A nach D beträgt 16m, bei einer Datenrate von 10 Gbit/s, einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von $2 \cdot 10^8 \text{m/s}$ und einer minimalen Rahmenlänge von 21 Bytes bzw. 168 Bits ergibt dies

$$\text{mittlere Zeit} = \frac{168\text{Bits}}{10 \cdot 10^9 \text{Bit/s}} = 16.8\text{ns}$$

-1P: Die Rechnung stimmt hier nicht. Für die Lösung wartet ihr, bis das Token bei euch ist (80), sendet euer Token (16.8) und wartet, bis das Signal bei der anderen Station ankommt (80) = 176.8ns

Ethernet mit einem Hub

Die Leitungslänge von A nach D beträgt 11m. Es wird CSMA/CD verwendet und daher wartet der Rechner noch $9,6\mu\text{s}$ bevor er anfängt zu senden. Bei einer Datenrate von 10 Gbit/s, einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von $2 \cdot 10^8 \text{m/s}$ und einer minimalen Rahmenlänge von 1100 Bits ergibt dies

-0.5P: Er wartet 55ns, bevor er sendet.

$$\text{mittlere Zeit} = 9,6 \cdot 10^{-6} \text{s} + \frac{1100\text{Bits}}{10 \cdot 10^9 \text{Bit/s}} = 9,71\mu\text{s}$$

Ethernet mit Full-Duplex-Switch

Angenommen die Adressen zwischen den Stationen sind schon gelernt.

Dann ist die mittlere Zeit Analog zur mittleren Zeit bei Ethernet mit einem Hub, außer dass die minimale Rahmenlänge 550 Bits beträgt und CSMA/CD nicht benötigt wird:

$$\text{mittlere Zeit} = \frac{550\text{Bits}}{10 \cdot 10^9 \text{Bit/s}} = 55\text{ns}$$

-0.5P: Die 19 Byte aus der ii) versenden.

1/2P iv) **Token Ring**

Tokenrichtung: A, B, D, C B und C senden sich gegenseitig Rahmen der Länge von 1500 Byte, dies entspricht einer Dauer von

$$\frac{1500 \cdot 8\text{Bits}}{10 \cdot 10^9 \text{Bit/s}} = 1.2\mu\text{s}$$

Angenommen B hat zu C gesendet, dann muss B das Token wieder frei geben und in eine Wartezeit gehen. Nun kann C nach B senden und muss dann auch in eine Wartezeit gehen. Da B und C noch in der Wartezeit sind, kann schließlich A nach D senden. Somit haben wir

$$\text{mittlere Zeit} = 2 \cdot 1.2 \cdot 10^{-6} \text{s} + 16.8 \cdot 10^{-9} \text{s} = 2416.8\mu\text{s}$$

Angenommen C will nach B senden, dann muss C das Token wieder frei geben und geht in eine Wartezeit. Da A einen Sendewunsch hat und der Token frei ist, kann A senden. Dann haben wir

$$\text{mittlere Zeit} = 1.2 \cdot 10^{-6} s + 16.8 \cdot 10^{-9} s = 1216.8 \mu s$$

Ethernet mit einem Hub

Angenommen B und C senden sich gegenseitig Pakete und A will nach D senden. Dann kommt es dauerhaft zu Kollisionen. Angenommen A hat eine kleinere Wartezeit als B und C gezogen. Dann

$$\text{mittlere Zeit} = \frac{220 \text{ Bits}}{10 \cdot 10^9 \text{ Bit/s}} + \text{Zufallszahl},$$

wobei mittlere Zeit im Intervall $[22ns, 77ns]$ liegt.

Angenommen B oder C ziehen eine kleinere Wartezeit als A, dann muss A warten und es kann nochmals zu einer Kollision kommen, bis dies im Intervall $[22ns, 56265ns]$ liegt.

-0.5P: Das ihr dauerhaft senden könnt, geht die Zeit gegen unendlich.

Ethernet mit Full-Duplex-Switch

Da es bei Full-Duplex-Switch zu keinen Kollisionen kommt, beträgt die mittlere Zeit wie in iii). Jep.

b) 1.5/2P

Der Access Point steht (wie der Hub und die Switch) mittig im Flur, sodass jeder Rechner einen Abstand von ungefähr $\sqrt{5^2 + 5^2} = 7,433m$ zum Access Point hat.

Rahmen: $40 \text{ Byte} + 30 \text{ Byte} = 70 \text{ Byte}$

Kanal wird frei:

Warte ein DIFS ($34 \mu s$) + Random Backoff ($31/2 \cdot 9 \mu s$)

Mittlere Wartezeit = $34 \mu s + 31/2 \cdot 9 \mu s = 173.5 \mu s$

Nun beginnt der Rechner zu senden. $\frac{70 \text{ Bytes} \cdot 8}{64 \text{ Bit/s} \cdot 10^6} + \frac{7,433m}{3 \cdot 10^8 m/s} \cdot 2 = 8,8 \mu s$ bis der Rahmen beim Empfänger ankommt.

Dieser wartet nun SIFS ($16 \mu s$) und sendet dann an das ACK: $\frac{30 \cdot 8}{64 \cdot 10^6} + \frac{7,433m}{3 \cdot 10^8 m/s} \cdot 2 = 3,8 \mu s$

Insgesamte Dauer: $173.5 \mu s + 8,8 \mu s + 16 \mu s + 3,8 \mu s = 202,1 \mu s$

-0.5P: Ich weiß nicht wo genau, aber auch fehlen irgendwo 53.45 μs .

Aufgabe 5.2 4/5P

a) 0/0.5P

Worst-Case: 64 Ports senden gleichzeitig:

-0.5P: $10 \times 10^9 \text{ bit/s} \times 0.01s \times 64$

Insgesamt gesendet: $64 \cdot 10 \text{ GBit/s} = 640 \text{ GBit/s} = 0,64 \text{ GBit/ms}$

Wartezeit von maximal 10ms:

$0,64 \text{ GBit/ms} \cdot 10ms = 6,4 \text{ GBit}$

Der Router benötigt 6,4 GBit Speicher für die Queue.

b) 3/3P

Zeitpunkt zu dem alle 1500 Pakete in NY weitergeleitet wurden: $1500 \cdot 800 \cdot 10^{-9} s + \frac{1,5 \cdot 8}{10} = 1,2012s$

AC -> FA:

$\frac{1400 \cdot 8}{1 \cdot 10^9} + \frac{200km}{2000000km/s} + 800 \cdot 10^{-9} s = 0,001012s = 1,012ms$

FA -> NY: Zeitpunkt bis Paket in NY ankommt und Verarbeitungszeit

$$\frac{1400 \cdot 8}{1 \cdot 10^9} + \frac{6135 \text{ km}}{200000 \text{ km/s}} + 800 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 30,687 \text{ ms}$$

$$30,687 \text{ ms} + 1,012 \text{ ms} = 31,699 \text{ ms}$$

Es kann aber erst bei $t = 1,2012 \text{ s}$ weiter gesendet werden, da die vorherigen Pakete noch gesendet werden müssen.

NY -> SF:

$$\frac{1400 \cdot 8}{10 \cdot 10^6} + \frac{4000 \text{ km}}{200000 \text{ km/s}} = 0,02112 \text{ s}$$

Also kommt das letzte Bit bei SF zum Zeitpunkt $t = 1,2012 \text{ s} + 0,02112 \text{ s} = 1,22232 \text{ s}$ an.

c) 1/1P

Statt 1,5 MByte müssen $1,5 \cdot 10^6 \text{ MByte} + 1500 \cdot (192/8) = 1,536 \text{ MByte}$ versendet werden.

Also dauert es in NY $1500 \cdot 800 \cdot 10^{-9} \text{ s} + \frac{1,536 \cdot 8}{10} = 1,23 \text{ s}$ anstatt 1,2012s bis die 1500 zwischengepufferten Pakete übertragen worden sind. Also kommt das Paket aus AC zum Zeitpunkt $t = 1,23 \text{ s} + 0,02112 \text{ s} = 1,25112 \text{ s}$ an. **Noch 1P.**

d) 0/0.5P

Zeitpunkt zu dem die 20000 Pakete aus NY weitergeliefert wurden:

$$20000 \cdot 800 \cdot 10^{-9} \text{ s} + \frac{1,5 \cdot 8}{10} = 1,216 \text{ s}$$

Also kommt das Paket aus AC zum Zeitpunkt $t = 1,216 \text{ s} + 0,02112 \text{ s} = 1,23712 \text{ s}$ an.

-0.5P: Es sollte länger dauern, da ihr ja mehr Pakete versendet... (1.605s)