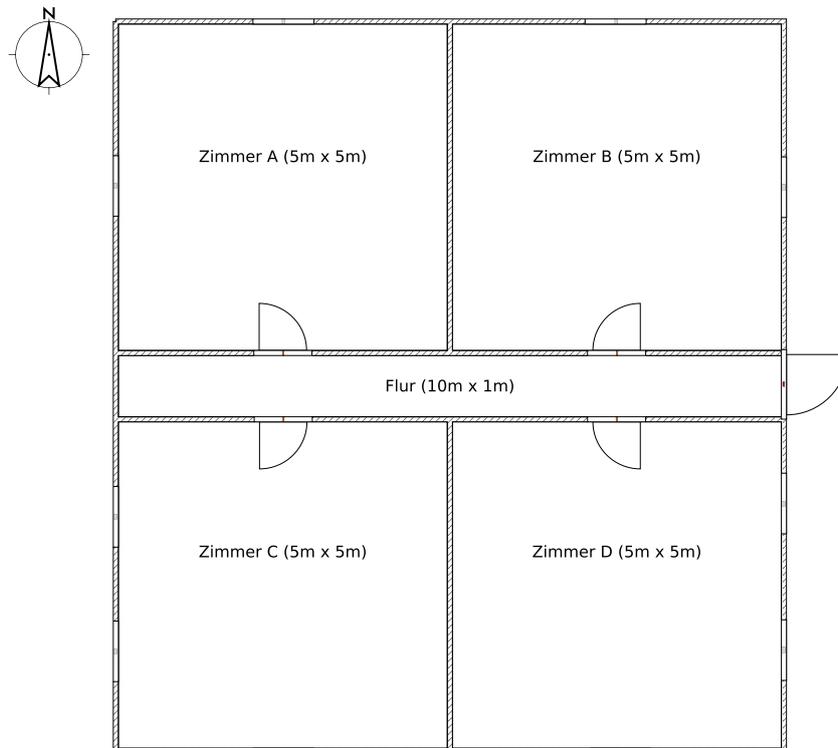


Übung 5

Abgabe: 13. Dezember 2022

Aufgabe 5.1: Lokale Netze (1 + 2 + 2,5 + 2 = 7,5 Punkte)

Sie möchten vier Rechner in einem eingeschossigen Gebäude miteinander vernetzen. Das Gebäude hat vier Räume, in jedem Raum steht ein Rechner genau in der Mitte. Sie möchten keine Löcher bohren und Leitungen nur im rechten Winkel verlegen. Die Wände seien vernachlässigbar dünn.



Sie wollen Kupferleitungen nutzen (Ausbreitungsgeschwindigkeit: $2 \cdot 10^8$ m/s) und verwenden eine Datenrate von 10 Gbit/s. Sie legen eine maximale Rahmenlänge von 1500 Byte fest.

Zur Vernetzung haben Sie die Wahl zwischen

1. *Token Ring*,
2. *Ethernet mit einem Hub* und
3. *Ethernet mit einem Full-Duplex-Switch*.

Es seien die folgenden Rahmenbedingungen vorgegeben:

- Es werden 6 Byte lange MAC-Adressen verwendet.
- Verzögerungszeiten durch aktive Anschlüsse bei Token Ring bzw. durch Hub oder Switch bei Ethernet sollen vernachlässigt werden.
- Token Ring operiert eigentlich nur mit 16 Mbit/s; hier soll aber davon ausgegangen werden, dass auch ein Betrieb mit 10 Gbit/s möglich ist. Die Token Holding Time sei so festgelegt, dass man genau einen Rahmen maximaler Länge versenden kann, bevor man das Token weitergeben muss.

- Ignorieren Sie, dass 10-Gigabit-Ethernet eigentlich keine Hubs erlaubt und kein CSMA/CD unterstützt; nehmen Sie an, dass dies doch möglich ist.
- Der Hub bzw. Switch bei Ethernet soll so platziert werden, dass er zu allen Rechnern den gleichen Abstand hat; es macht nichts aus, wenn er irgendwo im Weg steht.

Bestimmen Sie jeweils für alle drei Optionen:

- den Bedarf an Leitungen.
- die *technisch notwendige minimale Rahmenlänge*¹, d.h. wie viele Bytes versendet werden müssen, wenn der kleinstmögliche (Nutzdaten-)Rahmen übertragen werden soll (ignorieren Sie dabei die Vorgaben der Ethernet-Standards von 64 bzw. 520 Byte).
- die *mittlere Zeit vom Sendewunsch eines Rahmens minimaler Länge bei Rechner A bis zum vollständigen Empfang dieses Rahmens bei Rechner D, wenn momentan keine andere Station sendet und senden möchte.*
- die *mittlere Zeit vom Sendewunsch eines Rahmens minimaler Länge bei Rechner A bis zum vollständigen Empfang dieses Rahmens bei Rechner D, wenn Rechner B und C durchgängig Rahmen maximaler Länge aneinander versenden.* (Nehmen Sie im Fall von Ethernet an, dass B und C nicht durch den BEB gebremst werden.)

Aufgabe 5.2: Paketvermittlung (1,5 + 2 = 3,5 Punkte)

Im Internet hat sich das Prinzip der *Paketvermittlung* gegenüber der *Leitungsvermittlung* durchgesetzt: eine zu übertragende Nachricht wird in Pakete zerlegt, die nacheinander (und unabhängig voneinander) ins Netz gesendet werden. Die Zwischenknoten (Router) auf dem Weg zum Zielrechner arbeiten nach dem Store-and-Forward-Prinzip. Es werde angenommen, dass die Zwischenknoten keine weiteren Operationen durchführen (wie z.B. Prüfung der Korrektheit eines angekommenen Pakets), sondern die Pakete ohne weitere Verarbeitungszeit weiterleiten.

Es soll eine Nachricht der Länge m Byte mittels Paketvermittlung zwischen zwei Rechnern A und B übertragen werden. Die Nachricht muss über n Zwischenknoten weitergeleitet werden, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.



Alle Verbindungen in diesem Netz bieten eine einheitliche Datenrate von D Bit/s, die Latenzen seien vernachlässigbar gering. Ein Paket kann bis zu k Nutzdatenbytes aufnehmen und besitzt einen festen Header der Größe l Bytes.

- Geben Sie eine Formel für die *Gesamtdauer* T an, bis die *Nachricht vollständig beim Empfänger angekommen* ist. Zur Vereinfachung werde angenommen, dass m immer ein ganzzahliges Vielfaches von k ist.
- Gegeben sei nun $m = 1200$ Byte, $l = 24$ Byte und $n = 8$. Bestimmen Sie die *Paketgröße*, mit der die *Gesamtdauer der Übertragung minimiert* wird.

¹Das Rahmenformat von Token Ring kann der englischen Wikipediaseite entnommen werden: https://en.wikipedia.org/wiki/Token_Ring

Aufgabe 5.3: Internet Protocol (IP) und CIDR (2 + 2 = 4 Punkte)

- a) Angenommen, ein Router soll vier Subnetze verbinden und alle müssen das Präfix 54.239.32.0/24 verwenden. Das erste Subnetz muss 61 Rechner adressieren können, das zweite und dritte jeweils 12 Rechner und das vierte 112 Rechner. *Geben Sie für jedes Subnetz eine gültige Netzadresse mit Subnetzmaske an.* Geben Sie darüber hinaus jeweils an, welches die *erste* und welches die *letzte IP-Adresse* aus dem zugewiesenen IP-Adressbereich ist, die einem Rechner zugeordnet werden kann.
- b) Ein Router leitet Pakete anhand des *Longest-Prefix-Match-Verfahrens* weiter. Gegeben sei die folgende Routing-Tabelle, welche auf Einträge für das Zielnetz (IP-Adressbereich), Flags und die Netzwerkkarte (physikalische Verbindung, über die der Zielhost zu erreichen ist), beschränkt wurde:

IP-Adressbereich	Flags	Netzwerkkarte
54.26.0.0/16	GS	1
54.26.136.0/24	UGS	2
54.239.0.0/16	UGS	3
54.239.168.0/22	UGS	4
54.239.172.0/22	UGS	5
54.239.164.0/22	GS	6
54.239.160.0/19	GS	7
54.239.224.0/19	UGS	8
54.239.172.4	UHS	9

Der Router erhält nun folgende Pakete mit den jeweiligen Zieladressen:

- 54.239.172.128
- 54.239.172.4
- 54.239.160.55

Bestimmen Sie für jedes der Pakete, über welche Netzwerkkarte der Router es anhand der Zieladresse weiterleitet.