

## Übungsblatt 7

Abgabe bis **15.06.2012** in der Vorlesung.

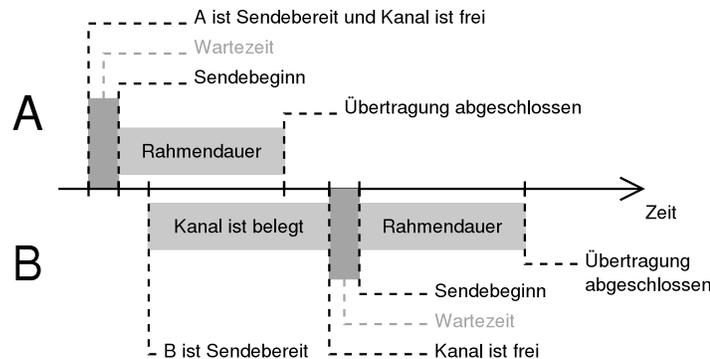
*Hinweis:* Schreiben Sie unbedingt Ihre Übungsgruppe auf Ihre Abgabe!

### 1. CSMA/CD (H)

Zwei Rechner  $A$  und  $B$  seien über einen Ethernet-Bus miteinander verbunden. Es seien:

- $L$  Leitungslänge zwischen den Hosts, in  $m$
- $R$  Übertragungsrate, in  $Bit/s$
- $v$  Ausbreitungsgeschwindigkeit von Signalen im Leiter, in  $m/s$
- $d_{jam}$  Länge des Störsignals, in Bit(-zeiten)
- $d_{slot}$  Länge eines Warteintervalls beim Exponential-Backoff Algorithmus, in Bit(-zeiten)
- $d_{frei}$  Dauer, die ein Kanal vor dem Senden frei sein muss, in Bit(-zeiten)
- $t_0$  Zeitpunkt, zu dem beide Stationen gleichzeitig beginnen zu senden

- (a) Die Abbildung zeigt einen zeitlichen Ablauf (nicht maßstabsgetreu) in dem  $A$  und  $B$  jeweils einen Rahmen übertragen und durch CSMA eine Kollision vermieden wird. Mit CSMA erkennt  $B$  nachdem er sendebereit wird, dass bereits eine Übertragung stattfindet und wartet bis die Übertragung des Rahmens von  $A$  abgeschlossen ist und der Kanal frei ist, bevor  $B$  mit der Übertragung seines Rahmens beginnt.



Erstellen Sie analog zu dieser Abbildung ein Diagramm, das die vollständige Übertragung jeweils eines Rahmens von  $A$  und  $B$  zeigt, wobei  $A$  und  $B$  gleichzeitig sendebereit werden, es zu einer Kollision kommt und der Konflikt mit CSMA/CD gelöst wird! *Hinweis:* Gehen Sie davon aus, dass es zu keiner weiteren Kollision kommt.

- (b) Geben Sie die Berechnungsvorschrift für den Zeitpunkt  $t_1$  an, zu dem  $A$  erkennt, dass eine Kollision stattgefunden hat! *Hinweis:* Berechnen Sie  $t_1$  relativ zu  $t_0$ .
- (c) Geben Sie die Berechnungsvorschrift für den Zeitpunkt  $t_2$  an, zu dem  $A$  wieder einen freien Kanal erkennen kann!
- (d) Zum Zeitpunkt  $t_0$  wurde der  $k$ -te Übertragungsversuch unternommen.  $A$  wartet eine gewisse Zeit nach dem Binary Exponential-Backoff Algorithmus, vor einem erneuten Übertragungsversuch.
- i. Geben Sie die Berechnungsvorschrift für den frühest möglichen Zeitpunkt  $t_{3,min}$  an, zu dem  $A$  einen erneuten Sendeversuch unternimmt!
  - ii. Geben Sie die Berechnungsvorschrift für den spätest möglichen Zeitpunkt  $t_{3,max}$  an, zu dem  $A$  einen erneuten Sendeversuch unternimmt!
  - iii. Die Wartezeit von Rechner  $B$  ist um  $d_{slot}$  größer, als die von  $A$ . Welche Bedingung muss für den Leiter zwischen  $A$  und  $B$  gelten, damit es nicht zu einer erneuten Kollision kommt?
- (e) Seien die zuvor eingeführten Größen mit den folgenden Werten belegt:  $L = 100m$ ,  $v = 2 \cdot 10^8 m/s$ ,  $R = 10^9 Bit/s$ . Im Folgenden wird der exakte zeitliche Ablauf des CSMA/CD Verfahrens beim Auftreten einer der Kollision berechnet.

- i. Berechnen Sie die zeitliche Dauer von  $d_{jam}$ ,  $d_{slot}$  und  $d_{frei}$ , wobei  $d_{jam}$  der doppelten,  $d_{slot}$  der einfachen und  $d_{frei}$  einer halben Nachrichtenverzögerung der minimalen Rahmenlänge entsprechen.
- ii. Zum Zeitpunkt  $t_0$  wollen A und B jeweils einen Rahmen mit 1500 Bytes versenden. Angenommen A wird zufällig die Zahl 8 beim Exponential Backoff „ziehen“, während B die 16 ziehen wird. Berechnen Sie die Zeitpunkte (relativ zu  $t_0$ ) aller Zustandsübergänge im CSMA/CD Ablaufdiagramm für A und B, bis beide Rahmen störungsfrei übertragen wurden!

## 2. Bit- und Byte-Stuffing (H)

- (a) Bit-Stuffing wird unter anderem zur Vermeidung von Kontrollsequenzen eines Protokolls innerhalb der Nutzdaten eingesetzt.

Ein Schicht 2 Protokoll nutzt ein Alphabet aus 4-Bit Zeichen sowie Bit-Stuffing, um eine 4-Bit lange Kontrollsequenz zu schützen. Dabei wird anstatt des letzten Bits der Kontrollsequenz ein zusätzliches (inverses) Bit eingefügt. Es ist Ihre Aufgabe die Eigenschaften des Protokolls zu ermitteln.

Als Empfänger erhalten Sie die folgende Bitsequenz als Nutzdaten (einschließlich der durch Bit-Stuffing eingefügten Bits):

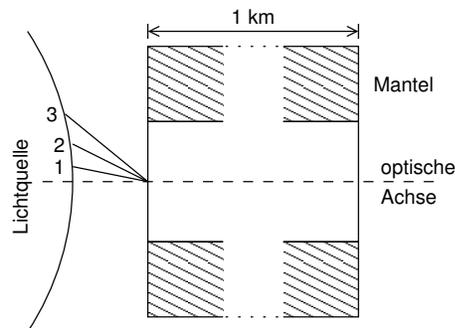
110101111101011111101011111101.

- i. Ermitteln Sie die zu schützende Kontrollsequenz, wenn für das zusätzlich eingefügte Bit des Bit-Stuffing 0 verwendet wird.
  - ii. Ermitteln Sie die zu schützende Kontrollsequenz, wenn für das Bit-Stuffing 1 verwendet wird.
  - iii. Nennen Sie eine Bitsequenz, die in den Nutzdaten eines HDLC-Rahmens nie auftreten darf! Welche Funktion erfüllt sie?
- (b) Angenommen jedes Zeichen außer Kleinbuchstaben wäre ein Kontrollsymbol und \ ist das Fluchtsymbol. Wie müsste die Zeichenkette „http://www.nm.ifl.lmu.de/rn“ für die Übertragung dargestellt werden?

## 3. Lichtwellenleiter und Modendispersion (H)

Gegeben sei ein gerader Lichtwellenleiter (LWL) mit mit Länge  $L = 10^3 m$ . Sein Kern hat einen Durchmesser von  $d_K = 200 \mu m$  und einen Brechungsindex  $n_K = 1,53$ . Der Brechungsindex des Mantels ist  $n_M = 1,52$ . Hinweis:  $1 \mu m = 10^{-6} m$

- (a) Bestimmen Sie die Charakteristika des LWL!
  - i. Um welche Art von LWL handelt es sich?
  - ii. Berechnen Sie die Apertur  $a$  des LWL sowie den Akzeptanzwinkel  $\Theta$ !
- (b) Betrachten Sie drei Lichtstrahlen eines Lichtimpulses, die an einem Ende des LWL die Schnittfläche des Kerns gleichzeitig treffen. Die Strahlen treffen in verschiedenen Winkeln  $\theta_i$  zur optischen Achse des LWL auf, und zwar: a) Strahl 1 mit  $\theta_1 = 2^\circ$  b) Strahl 2 mit  $\theta_2 = 8^\circ$  c) Strahl 3 mit  $\theta_3 = 15^\circ$



Hinweis: Winkel und Abstände sind nicht maßstabsgetreu!

- i. Was passiert jeweils mit den Strahlen 1, 2 und 3 nach ihrem Auftreffen auf den Faserkern?
- ii. Berechnen Sie den Unterschied der Weglänge durch das Medium der Strahlen 1 und 2!

- iii. Welcher Zeitverzögerung entspricht ihr Abstand am entfernten Ende des LWL? *Hinweis:* Nehmen Sie für die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Strahlen im Leiter  $2 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$  an.

#### 4. Lange Leitung

Eine nachrichtenvermittelnde Netztechnik überträgt Bits sequentiell mit einer Bitrate von 1 GBit/s über eine Glasfaser.

- (a) Berechnen Sie die Bitdauer in Sekunden (Dauer um 1 Bit zu Senden) mit der diese Übertragungsrate realisierbar ist!
- (b) Mit dieser Netztechnik wird eine 6000 km lange transatlantische Verbindung zwischen zwei Rechnern realisiert. Wieviele Rahmen von 1500 Byte Länge können sich gleichzeitig auf dem Medium befinden? *Hinweis:* Ausbreitungsgeschwindigkeit  $c = 2 \cdot 10^8 m/s$ .
- (c) Wie groß müsste das Sendefenster auf dieser Transatlantikverbindung mindestens sein, um eine konstante Übertragungsrate von 1 GBit/s in eine Richtung zu erreichen?
- (d) Welche Einfluß hat eine Erhöhung der Übertragungsrate auf 10 GBit/s auf die Bitdauer?