

## Aufgabe 18: Leistungskenngrößen von Aloha

(30 Punkte)

- a) Berechnen Sie den zu erwartenden Durchsatz von *einfachen* und *slotted Aloha*-Netzen für  $n$  identische Stationen mit unabhängigem Zugriffsverhalten auf das gemeinsame Übertragungsmedium (Poissonankunftsprozess der Pakete). Zeichnen Sie unter Verwendung der berechneten Werte die Durchsatzkurven in Abhängigkeit von den Zugriffswahrscheinlichkeiten der Stationen für die Beispiele  $n = 2, 4, 8, \infty$ , und interpretieren Sie den Verlauf dieser Durchsatzkurven.

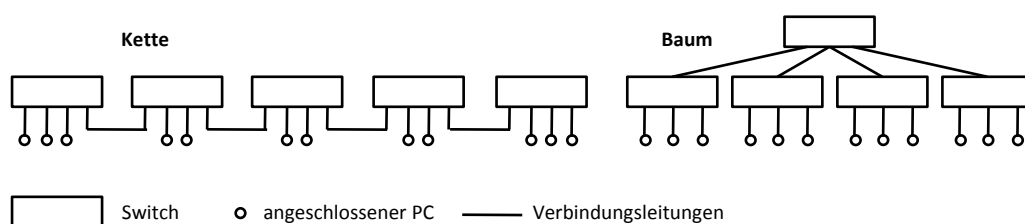
**Anmerkung:** Bei der Berechnung des Durchsatzes werden sämtliche empfangenen Dateneinheiten berücksichtigt, die nicht in eine Kollision involviert waren. Um unabhängig von der Datenrate des Übertragungsmediums zu werden, ist mit Durchsatz hier der relative Durchsatz gemeint, d.h. erfolgreich übertragene Anzahl von Bits pro Sekunde dividiert durch die Datenrate.

- b) Leiten Sie die Formel für den maximalen Durchsatz  $S_{\max}(n)$  bei *einfachem Aloha* her für den Sonderfall von  $n \geq 2$  gegenseitig unabhängigen Benutzern mit identischem Verkehrsaufkommen und Zugriffsverhalten (aus stochastischer Sicht). Skizzieren Sie den Kurvenverlauf von  $S_{\max}(n)$  für  $n \geq 2$  unter Nutzung der Stützstellen für  $n = 2, 4, 8, \infty$ . Für welches  $n$  ergibt sich der günstigste Maximaldurchsatz?
- c) Wie hoch ist die maximale Auslastung eines Aloha-Netzes bei *günstigstem Kommunikationsverhalten* der Benutzer? Ist diese Maximalauslastung abhängig davon, ob einfaches oder slotted Aloha verwendet wird?

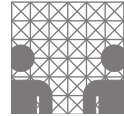
## Aufgabe 19: Hierarchische Netztopologien

(30 Punkte)

Wir betrachten zwei unterschiedliche Typen von Netztopologien, bei denen die Switches in Form einer Kette linear bzw. in Form eines Baumes hierarchisch angeordnet sind. Sämtliche Switches sollen die gleiche Anzahl  $a$  von Anschlüssen besitzen. Die folgende Abbildung zeigt die beiden Topologietypen für Switches mit jeweils 4 Anschlüssen ( $a = 4$ ).



- a) Vergleichen Sie die Anzahl der Netzkomponenten in Form von Switches und Verbindungsleitungen beider abgebildeten Topologien. Aus wie vielen Verbindungsleitungen und Switches besteht der jeweils weiteste Weg zwischen zwei beliebigen PCs? Welches der beiden abgebildeten Netze ist also bezüglich dieses Kriteriums vorteilhafter?



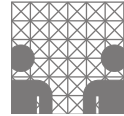
- b) Wie groß ist die Gesamtzuverlässigkeit beider abgebildeten Netze, wenn die Ausfallwahrscheinlichkeit für einen Switch  $p_s$  und für eine Verbindungsleitung  $p_l$  ist? Unter der Gesamtzuverlässigkeit verstehen wir die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sämtliche Switches und Verbindungsleitungen nicht ausgefallen sind und somit jeder PC mit jedem anderen PC weiterhin kommunizieren kann. Die Annahme der statistischen Unabhängigkeit der Ausfälle sei tragbar. Wie lauten die beiden Werte speziell für die Switchausfallwahrscheinlichkeit  $p_s = 0,005$  und die Leitungsausfallwahrscheinlichkeit  $p_l = 0,001$ ?
- c) Wie groß ist die Zuverlässigkeit des längsten Weges in den beiden abgebildeten Netzen? In welchem Verhältnis (stets größer, stets kleiner, etc.) stehen die beiden Zuverlässigkeitswerte zueinander? In welchem Verhältnis steht die Zuverlässigkeit aller anderen Wege zu der Zuverlässigkeit des längsten Weges in den beiden Netzen?
- d) Die abgebildete Baumtopologie besitzt 2 Stufen von Switches mit jeweils 4 Anschlüssen pro Switch. Berechnen Sie allgemein für eine Baumtopologie mit  $s$  Stufen von Switches mit jeweils  $a$  Anschlüssen die Anzahl der Netzkomponenten auf dem längsten Weg. Wie viele PCs werden miteinander verbunden? Berechnen Sie auch die entsprechenden Größen für eine Kette, welche die gleiche Anzahl von PCs verbindet.

## Aufgabe 20: Hochgeschwindigkeitsnetze: DQDB (20 Punkte)

- a) Wie lässt sich der Name „Distributed Queue Dual Bus“ für DQDB-Netze begründen und weshalb wurde für DQDB eine Slotgröße von 53 Byte gewählt?
- b) Gegeben sei ein DQDB-Netz mit 6 Stationen  $S_1, \dots, S_6$ , die in dieser Reihenfolge am A- bzw. B-Bus angeordnet sind. Es wird eine spezielle Verkehrsmatrix (in Form von Sender-Empfänger-Paaren) vorausgesetzt, bei der ausschließlich der A-Bus zur Datenübertragung und der B-Bus zur Reservierung genutzt werden. Bitte geben Sie die Sequenz der entstehenden Systemzustände des DQDB-Netzes (unter Nutzung der Zähler „Request Counter“ RQ und „Countdown Counter“ CD, vgl. die DKR-Vorlesung) für die folgende Sequenz von Reservierungs- und Sendeaktionen der Stationen  $S_1$ - $S_6$ :  $S_4$  reserviert,  $S_3$  reserviert, erste Übertragung,  $S_2$  reserviert, zweite Übertragung,  $S_5$  reserviert, dritte Übertragung, vierte Übertragung.
- c) Stellt DQDB eine faire Zugriffskontrolle dar, in dem Sinne, dass Stationen unabhängig von ihrer Anordnung auf dem Bus dieselben Erfolgsaussichten für die Reservierung von Übertragungswünschen besitzen?

## Aufgabe 21: „Hubs“ und „Switches“ in LANs (20 Punkte)

Gegeben sei folgende LAN-Konfiguration mit 30 Stationen und ausschließlich mit Vollduplex-Verbindungen: Die Stationen  $S_{10}$  bis  $S_{19}$  sind an dem Hub  $H_1$  angeschlossen und die Stationen  $S_{20}$  bis  $S_{29}$  an dem Hub  $H_2$ . An dem Switch  $SW_1$  mit 12 Anschlüssen sind jeweils an einem eigenen separaten Zugang die Stationen  $S_0$  bis  $S_9$  (direkt) sowie die beiden Hubs  $H_1$  und  $H_2$  angeschlossen.



- a) Welche der folgenden Paare von Sendeaktivitäten (bezeichnet durch  $\leftrightarrow$ ) führen zu gegenseitiger Beeinträchtigung, sofern sie zeitlich überlappend ausgeführt werden:  $S_{10} \leftrightarrow S_{15}$  und  $S_{14} \leftrightarrow S_{13}$ ,  $S_2 \leftrightarrow S_3$  und  $S_6 \leftrightarrow S_9$ ,  $S_5$  „broadcast“ und  $S_7 \leftrightarrow S_0$ ,  $S_{10} \leftrightarrow S_{29}$  und  $S_{10} \leftrightarrow S_{20}$ ,  $S_{19} \leftrightarrow S_7$  und  $S_{29} \leftrightarrow S_7$ ,  $S_0$  „broadcast“ und  $S_{28} \leftrightarrow S_{29}$ ? Kommt es dabei nur zu zusätzlichen Verzögerungen oder gar zu Kollisionen?
- b) Wäre die Konfiguration generell „effizienter“ (im Sinne der Anzahl der auftretenden Kollisionen), wenn anstelle der beiden Hubs jeweils ein Switch und anstelle des Switches ein Hub eingesetzt werden oder hängt die Antwort von der Art des Verkehrsaufkommens ab?