سوال ۱: شبکه‌ی سوئیچینگ مداری زیر را در نظر بگیرید. روی هر لینک n مدار وجود دارد.

الف) حداکثر تعداد ارتباط‌های همزمانی که می‌تواند در یک لحظه در این شبکه وجود داشته باشد چقدر است؟

ب) فرض کنید تمام ارتباط‌ها بین سوئیچ A و C وجود دارند. در این صورت حداکثر ارتباط‌های همزمان چقدر خواهد بود؟

الف) اگر هر سوئیچ با سوئیچ کناری خود ارتباط داشته باشد ارتباط‌های همزمان برابر با 4n‌ می‌باشد.

ب) اگر تنها سوئیچ A و C بخواهند با یکدیگر ارتباط داشته باشند تنها می‌توان 2n ارتباط همزمان را برقرار نمود.

سوال ۲: بحث قطار اتومبیل از قسمت ۱.۴ را از کتاب Computer Networking: A Top-Down Approach مرور کنید. با فرض سرعت انتشار ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) فرض کنید مسافت ۱۵۰ کیلومتر را طی می‌کند. این مسافت از دقیقا ابتدای اولین عوارضی آغاز شده، از دومین عوارضی عبور می‌کند و بعد از سومین عوارضی خاتمه پیدا می‌کند در این صورت تاخیر انتها به انتها چقدر است.

ب) قسمت (الف) را تکرار کرده و این بار فرض کنید ۸ ماشین به جای ۱۰ ماشین وجود دارند.

الف) ده ماشین وجود دارند که ۱۲۰ ثانیه طول می‌کشد تا اولین عوارضی به این ۱۰ ماشین رسیدگی کند. در مجموع این ماشین‌ها می‌بایست مسافت ۱۵۰ کیلومتر را طی کنند. بنابراین خواهیم داشت:

ب) اگر تعداد ماشین‌ها به ۸ کاهش پیدا کند خواهیم داشت:

سوال ۳: در این سوال انتقال همزمان صوت از میزبان A به میزبان B بر بستر سوئیچیگ مداری را مدنظر قرار می‌دهیم. میزبان A صوت آنالوگ را به یک رشته بیت با نرخ 64kbps تبدیل می‌کند. در ادامه میزبان A بیت‌ها را در بسته‌های 56 بایتی گروه‌بندی می‌کند. یک لینک با ظرفیت 2Mbps‌ و تاخیر انتشار 10ms بین این دو میزبان وجود دارد. میزبان A به محض حاضر شدن بسته آن را ارسال می‌کند. میزبان B‌ به محض دریافت کامل بسته آن را به سیگنال آنالوگ تبدیل می‌کند. تاخیر از زمانی که یک بیت از سیگنال آنالوگ ساخته می‌شود تا زمانی که دوباره به سیگنال آنالوگ تبدیل می‌شود چقدر است؟

در ابتدا می‌بایست داده‌ی لازم برای تشکیل بسته جمع‌اوری شود:

در ادامه تاخیر انتشار و انتقال را نیز اضافه می‌کنیم:

سوال ۴:‌ فرض کنید تعدادی کاربر از یک خط مشترک 1Gbps استفاده می‌کنند. این کاربران در هنگام فعال بودن نرخ داده 100kbps را تولید می‌کنند. کاربران با احتمال p = 0.1 فعال خواهند بود.

الف) مقدار N، بیشترین تعداد کاربری که می‌توانند به صورت همزمان داده ارسال کنند را در زمانی که از سوئیچینگ مداری استفاده می‌شود، محاسبه کنید.

ب) فرض کنید از سوئیچینگ بسته استفاده می‌شود. چقدر احتمال دارد که از جمعیت M‌ کاربر بیش از N کاربر در حال ارسال باشند:

الف)

ب)

سوال ۵: یک مسیریاب بسته‌ای را دریافت می‌کند و پورت خروجی آن را مشخص می‌کند. در این حال بسته‌ای در نیمه‌ی ارسال خود قرار داشته و ۴ بسته‌ی دیگر در انتظار ارسال می‌باشند. در صورتی که بسته‌ها به ترتیب رسیدن ارسال شوند تاخیر ارسال را محاسبه کنید. بسته‌ها ۱۵۰۰ بایتی بوده و نرخ ارسال برابر با 2Mbps می‌باشد. آیا می‌توانید رابطه‌ی کلی برای محاسبه تاخیر صف در صورتی که اندازه‌ی بسته‌ها L، تعداد بسته‌های حاضر در صف n، نرخ ارسال R و x بایت از بسته‌ی در حال ارسال، فرستاده شده باشد، بدست آورید؟

سوال ۶: تاخیر صف را در بافر یک مسیریاب در نظر بگیرید. اگر داشته باشیم:

و تاخیر به صورت زیر باشد:

الف) رابطه تاخیر کل که مجموع تاخیر صف و انتشار می‌باشد، را بدست آورید.

ب) نمودار تاخیر کل بر حسب را بدست آورید.

الف)

ب) فرض می‌کنیم:

خواهیم داشت:

سوال ۷: فرض کنید میزبان‌های A و B که از یکدیگر ۲۰ هزار کیلومتر فاصله دارند به وسیله‌ی یک لینک مستقیم 2Mbps متصل شده‌اند. فرض کنید سرعت انتشار روی لینک برابر با متر بر ثانیه می‌باشد.

الف) حاصل ضرب تاخیر انتشار در پهنای باند را محاسبه کنید.

ب) فرض کنید یک فایل ۸۰۰ هزار بیتی در قالب یک پیام بسیار بزرگ به صورت پیوسته ارسال می‌گردد. بیشترین تعداد بیتی که در یک لحظه روی خط قرار دارند چقدر است؟

ج) یک استنباط از ضرب پهنای باند در تاخیر ارائه دهید.

د) طول یک بیت روی لینک بر حسب متر چقدر می‌باشد؟

هـ) یک رابطه‌ی کلی برای طول یک بیت روی لینک بر حسب پارامترهای سرعت انتشار، نرخ انتقال و طول لینک بدست آورید.

الف)

ب)

ج) ضرب پهنای باند در تاخیر در اصل نشان دهنده‌ی این است که حداکثر چند بیت می‌تواند روی لینک قرار داشته باشد.

د)

هـ)

*سوال ۸: در سوال ۶ فرض کنید نرخ انتقال لینک برابر با* 1Gbps *می‌باشد. در این صورت:*

الف) حاصل ضرب تاخیر انتشار در پهنای باند را محاسبه کنید.

ب) فرض کنید یک فایل ۸۰۰ هزار بیتی در قالب یک پیام بسیار بزرگ به صورت پیوسته ارسال می‌گردد. بیشترین تعداد بیتی که در یک لحظه روی خط قرار دارند چقدر است؟

ج) طول یک بیت روی لینک بر حسب متر چقدر می‌باشد؟

الف)

ب)

ج)

*سوال ۹: فرض کنید یک لینک میکروویو* 10Mbps *بین این ماهواره* Geostationary *مرکز زمینی آن برقرار است. هر دقیقه این ماهواره یک عکس دیجیتال گرفته و آن را برای مرکز زمینی ارسال می‌کند. فرض کنید سرعت انتشار برابر با متر بر ثانیه باشد.*

*الف) تاخیر انتشار در این لینک را محاسبه کنید.*

*ب)* حاصل ضرب تاخیر انتشار در پهنای باند را محاسبه کنید.

ج) اگر فرض کنیم اندازه‌ی تصویر ماهواره‌ای باشد در این صورت حداقل مقدار چقدر باشد تا ماهواره همواره در حال ارسال داده باشد.

الف) اگر فرض کنیم این ماهواره‌ها در فاصله‌ی ۳۶۰۰۰ کیلومتری قرار دارند خواهیم داشت:

ب)

ج)

سوال ۱۰: در شبکه‌های نوین سوئیچینگ بسته، شامل اینترنت، میزبان مبدا پیام‌های لایه‌ی کاربرد را به بسته‌های کوچکتر شکسته و این بسته‌ها را داخل شبکه ارسال می‌کند. گیرنده بسته‌ها را به صورت پیام اصلی سرهم می‌کند. ما به این روند Message Segmentation می‌گوییم. پیامی با طول بیت را در نظر بگیرید که می‌خواهد از مبدا به مقصد در شبکه‌ای که از دو سوئیچ تشکیل شده است ارسال شود. همه‌ی لینک‌ها 2 Mbps می‌باشند. از تاخیر‌های انتشار، صف و پردازش صرف نظر کنید.

الف) فرض کنید پیام از مبدا به مقصد بدون Message Segmentation ارسال می‌گردد. چفدر طول می‌کشد تا پیام از مبدا به اولین سوئیچ برسد؟ در نظر داشته باشید که سوئیچ‌ها از روند store-and-foreward استفاده می‌کنند. مدت زمان رسیدن پیام به صورت کامل از مبدا به مقصد چقدر است؟

برای رسیدن به اولین سوئیچ نیاز است که پیام به صورت کامل از مبدا ارسال شود:

در نهایت برای رسیدن به مقصد نیاز است که بسته از دو سوئیچ عبور کند:

ب) فرض کنید پیام به ۸۰۰ بسته تقسیم می‌شود که هر بسته طولی برابر با بیت دارد. چقدر طول می‌کشد اولین بسته از مبدا به اولین سوئیچ برسد؟ چه مدت زمانی برای رسیدن پیام از مبدا به مقصد لازم است؟

برای رسیدن اولین بسته:

زمانی که اولین بسته به سوئیچ اول می‌رسد، این سوئیچ شروع به ارسال بسته به سوئیچ دوم کرده و مبدا در حال ارسال بسته دوم به سوئیچ اول می‌باشد. در این صورت داریم:

ج) علاوه بر کاهش تاخیر چه دلایلی برای استفاده از Message Segmentation وجود دارد؟

در شرایطی که نیاز به باز ارسال پیام باشد، در صورتی که پیام قطعه قطعه نشده باشد مجبور هستیم به جای باز ارسال قطعه‌ی خراب تمام پیام را دوباره ارسال کنیم.

د) در مورد معایب Message Segmentation بحث کنید.

در شرایط واقعی بسته‌ها دارای سربار می‌باشند و در صورتی که پیام به صورت چند بسته ارسال شود این سربارها بیشتر می‌شوند.