



به نام خدا

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر

درس شبکه‌های کامپیوتری، نیمسال یکم سال تحصیلی 99-00

تمرین یک



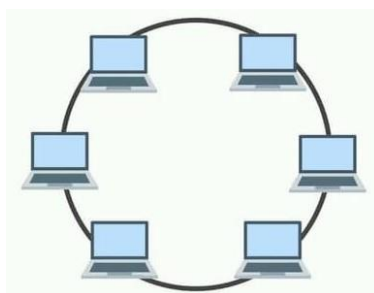
دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
پلی تکنیک تهران

نام و نام خانوادگی: علی خرمی‌پور

شماره دانشجویی: ۹۶۳۱۴۰۷

1- توپولوژی حلقه (Ring) و مش کامل (Full Mesh) را توضیح دهید و نمای آن‌ها بکشید و برتری‌ها و عیب‌های هر کدام را بنویسید. در هر کدام چند لینک به ازای  $n$  گره خواهیم داشت؟ افزودن یک گره تازه نیاز به برقراری چند ارتباط تازه دارد؟ و تفاوت‌های توپولوژی حلقه دوگانه (Dual Ring) را با حلقه بنویسید.

توپولوژی حلقه = هر تجهیز به دو تجهیز دیگر متصل است که یک مسیر به صورت یک حلقه ایجاد می‌کنند.



مزایا:

+ از آن جایی که ارسال و دریافت اطلاعات توسط تجهیزها مدیریت می‌شود، احتیاجی به سرور مرکزی برای کنترل ارتباطات نیست.

+ تمام اطلاعات در یک جهت حرکت می‌کنند که این احتمال برخورد پکت‌ها (Packet collision) را کاهش می‌دهد.

+ ارتباطات کم باعث ارزان بودن پیاده‌سازی این نوع توپولوژی می‌شود.

معایب:

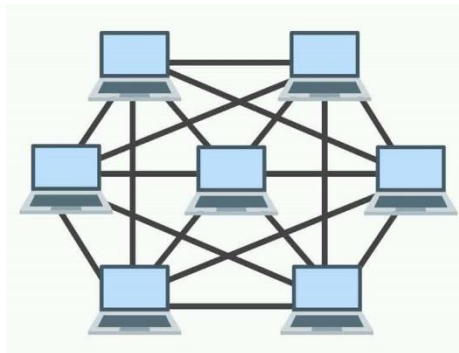
- انتقال اطلاعات به کندی صورت می‌گیرد.

- اگر یکی از تجهیزها دچار اشکال شود، تمام شبکه قطع می‌شود.

به ازای  $n$  گره،  $n$  لینک خواهیم داشت. با اضافه کردن هر گره، یک لینک اضافه (یک لینک کم و دو لینک اضافه) می‌شود.

تفاوت حلقه دوگانه و حلقه: حلقه به صورت half-duplex است؛ یعنی، اطلاعات فقط می‌توانند در یک جهت حرکت کنند. اما حلقه دوگانه با اضافه کردن یک حلقه دیگر به صورت full-duplex است؛ یعنی، اطلاعات می‌توانند در هر دو جهت حرکت کنند؛ در واقع اطلاعات در یک حلقه در یک جهت و اطلاعات در حلقه دیگر در جهت مخالف حرکت می‌کنند.

توپولوژی مش کامل = همه‌ی تجهیزها به‌صورت یک به یک به هم متصل هستند.



مزایا:

- + گذردهی (Throughput) بالا به دلیل ارتباط یک‌به‌یک اجزا
- + در صورت خرابی یک سیستم، ارتباط بین هیچ‌یک از تجهیزهای دیگر قطع نمی‌شود (سیستم قابل اطمینان (Reliable) است)

معایب:

- هزینه پیاده‌سازی بالا
- هزینه نگهداری و ساخت بالا

به ازای  $n$  گره،  $\frac{n(n-1)}{2}$  لینک خواهیم داشت. با اضافه کردن هر گره،  $n$  لینک اضافه (یک لینک کم و دو لینک اضافه) می‌شود.

2- یک ماهواره در فاصله 400,000 KM از سطح زمین می باشد و در لحظه  $t$  داده های خود را برای زمین می فرستد. و در زمان  $t + 6$  گیرنده ای که بر روی زمین می باشد، به اندازه 7 MB داده از ماهواره دریافت کرده است. در این صورت نرخ ارسال داده (Mb/s) از فرستنده ماهواره به سوی زمین چه اندازه می باشد؟ ( $c \approx 300,000 \text{ KM/s}$ )

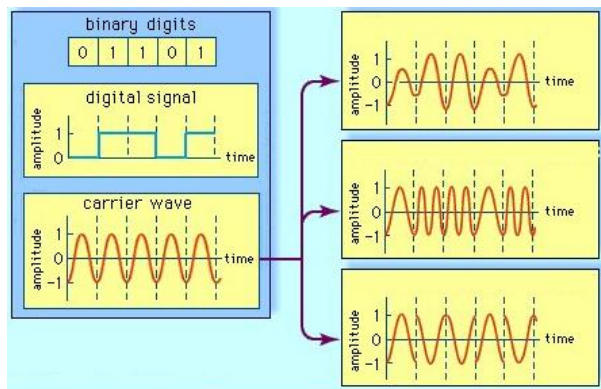
$$\frac{400000 \text{ km}}{300000 \text{ km/s}} = 1.33 \text{ s} \quad \text{مدت زمانی که طول می کشد تا سیگنال از ماهواره به زمین برسد:}$$

$$t + 6 - t = 6 \text{ s} \quad \text{مدت زمانی که طول می کشد تا تمام سیگنال از ماهواره به زمین برسد:}$$

$$6 - 1.33 = 4.66 \text{ s} \quad \text{مدت زمانی که طول کشیده است تا اطلاعات منتقل شوند:}$$

$$\frac{7 \text{ MB}}{4.66 \text{ s}} = 1.5 \frac{\text{MB}}{\text{s}} = 12 \frac{\text{Mb}}{\text{s}} \quad \text{نرخ ارسال داده:}$$

3- چرا به جای فرستادن سیگنال داده اصلی بر روی کانال از تکنیک مدولاسیون (Modulation) استفاده می شود، نام سه روش مدولاسیون را که در زیر نشان داده شده است بنویسید و آن ها با یکدیگر مقایسه کنید. اگر کانال انتقال داده نویزی باشد و همچنین مدار مدولاسیون با توان پایین نیاز داشته باشیم، کدام روش مدولاسیون از میان سه روش زیر احتمالاً بهتر خواهد بود؟



برای تبدیل اطلاعات دودویی (Binary) به سیگنال آنالوگ از تکنیک مدولاسیون استفاده می شود. اطلاعات با تغییر یکی از ویژگی های سیگنال منتقل می شوند.

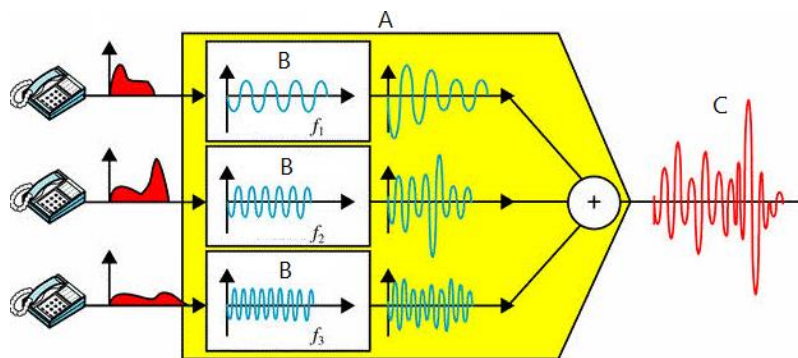
روش اول: تغییر دامنه، Amplitude Shift Keying (ASK). این روش ساده است و به پهنای باند کمی احتیاج دارد اما به نویز حساس است.

روش دوم: تغییر فرکانس، Frequency Shift Keying (FSK). این روش به پهنای باند زیادی احتیاج دارد.

روش سوم: تغییر فاز، Phase Shift Keying (PSK). این روش پیچیده است ولی در برابر نویز مقاوم است.

اگر کانال انتقال نویزی باشد و همچنین مدار مدولاسیون با توان پایین نیاز داشته باشیم بهترین روش می تواند روش تغییر فاز (PSK) باشد.

4- در شکل زیر نام فرآیند های A و B چیست، و در هر یک از این فرآیند ها چه روشی به کار برده شده است؟



فرآیند A: Multiplexing

روش = Frequency Division Multiplexing (FDM)

فرآیند B: Modulation

روش = Amplitude Shift Keying (ASK)

5- تفاوت Circuit-Switching و Packet-Switching در چیست و هر کدام در چه کاربردی مناسب تر می باشند و چرا در زیرساخت شبکه اینترنت امروزه Packet-Switching به کار می برد می باشد؟

Circuit-Switching مبتنی بر ارتباط بین تجهیزات است در حالی که Packet-Switching این طور نیست.

Circuit-Switching به دلیل یک ارتباط اختصاصی بین دو تجهیز، از کیفیت بالایی در انتقال اطلاعات بهره مند است و در کاربردهایی که ارتباطات باید دارای پهنای باند بالایی باشند مناسب تر است.

Packet-Switching از Circuit-Switching بهینه تر است و از آن جایی که می توان Packet ها را دوباره ارسال کرد، Packet های از دست رفته کم تر می شوند. در کاربردهایی که ارتباطات باید هزینه کمتری داشته باشند مناسب تر است.

به دلیل مزایای Packet-Switching، مانند عدم نیاز به یک کانال اختصاصی و تأخیر انتقال پایین، در زیرساخت شبکه اینترنت از آن استفاده می شود.

6- درستی و نادرستی موارد زیر را بنویسید.

الف - دستگاه‌های هسته شبکه در شبکه‌های Circuit-Switched فرآیند برپاسازی ارتباط و خاتمه آن را انجام می‌دهد ولی دستگاه‌های هسته شبکه (سوئیچ) در شبکه‌های Packet-switched این گونه نیستند.

درست

ب- در شرایطی خاص شبکه‌های Circuit-switched از اینکه کاربر ارتباط تازه‌ای برقرار کند، پیشگیری می‌کنند.

درست

ج- پس از برقراری کامل ارتباط در شبکه‌های Circuit-Switched همانند شبکه‌های Packet-Switched، دستگاه‌های هسته شبکه برای هدایت بسته‌های دریافتی به آدرس بسته‌ها نیاز دارند.

نادرست

د- دستگاه‌های هسته شبکه در شبکه‌های Circuit-Switched برخلاف شبکه‌های Packet-Switched برای کارکرد درست نیازی به دانستن توپولوژی شبکه ندارند.

درست

7-

الف) نحوه کارکرد هر کدام از روش‌های سویچینگ store-and-forward ، cut-through و fragment-free را مختصراً توضیح دهید و مزایا و معایب آن‌ها را با هم مقایسه کنید.

Store-and-Forward: سوئیچ ابتدا صبر می‌کند تا کل Packet برسد و بعد آن را Forward می‌کند

مزایا: قابل اطمینان

معایب: تأخیر بالا

Cut-Through: سوئیچ قبل از آن که کل Packet رسیده‌باشد آن را Forward می‌کند

مزایا: تأخیر پایین

معایب: احتمال Forward کردن Packet‌هایی دچار اشکال

Fragment-Free: این روش یک حالت خاص از Cut-Through است که صبر می‌کند تا ۶۴ بایت اول ورودی خوانده‌شوند تا از ارسال

Collision Fragment‌ها جلوگیری شود.

مزایا: تأخیر پایین، اما بیشتر از روش Cut-Through

معایب: احتمال Forward کردن Packet‌هایی دچار اشکال، اما کمتر از روش Cut-Through

ب) ساختار سلسله مراتبی پروتکل‌های یک سیستم  $n$  لایه دارد. برنامه‌های کاربردی در این سیستم پیام‌هایی به طول  $M$  بایت تولید می‌کنند و در هر لایه سرآیند  $h$  بایتی به پیام لایه بالاتر اضافه می‌شود. میزان سربار (overhead) داده‌های کنترلی در این شبکه چه قدر است؟

- راهنمایی: سربار =  $\frac{\text{داده‌های کنترلی}}{\text{کل داده‌های ارسالی}}$

$$\text{طول پیام در لایه } n = M + nh \leq \text{سربار} = \frac{n \times h}{M + n \times h}$$

8- در شکل زیر سرور بسته‌هایی را به کلاینت به طور پیوسته ارسال می‌کند. فرض کنید همه تاخیرها وجود دارد.

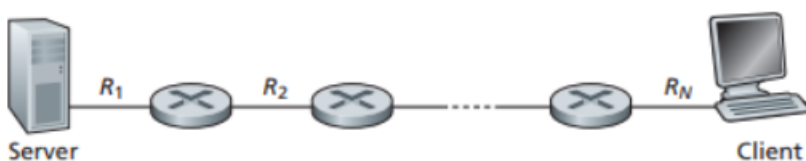
الف) زمانی که یک بسته به مسیر یاب اول می‌رسد با چه تاخیرهایی به ترتیب مواجه می‌شود؟ کدام یک از این تاخیرها ثابت و کدام یک متغیر هستند؟ فقط نام ببرید.

تأخیرها: انتشار (ثابت)، انتقال (متغیر)، صف (متغیر)

ب) فرض کنید نرخ انتقال  $R_1 < R_2 < \dots < R_n$  باشد و هر مسیر یاب بافر محدودی داشته باشد. علت احتمال وقوع packet loss را توضیح دهید؟ برای جلوگیری از آن چه کار باید کرد؟

به دلیل احتمال پر شدن بافر، Buffer Overflow و در پی آن packet loss ممکن است رخ بدهد.

برای جلوگیری از پر شدن بافر، می‌توان ظرفیت بافر گره‌های میانی را افزایش داد.



9- فرض کنید کاربران لینکی با ظرفیت 3 Mbps را به اشتراک می‌گذارند. همچنین فرض کنید هر کاربر به 150 Kbps برای ارسال احتیاج دارد؛ اما هر کاربر تنها ۱۰ درصد مواقع ارسال می‌کند.

الف. اگر از circuit switching استفاده شود، می‌توان از چند کاربر پشتیبانی کرد؟

$$\frac{3 \text{ mbps}}{150 \text{ kbps}} \times \frac{1 \text{ user}}{10 \%} = 200 \text{ users}$$

ب. برای باقی مساله فرض کنید که از packet switching استفاده می‌شود. احتمال این که یک کاربر در حال ارسال باشد را بدست آورید.

$$P = 0.1$$

ج. فرض کنید ۱۲۰ کاربر وجود دارد. احتمال آن که دقیقا  $x$  کاربر در لحظه حاضر در حال ارسال باشند را بدست آورید. (نیازی به بدست آوردن جواب آخر نیست)

$$\binom{120}{x} \times p^x \times (1-p)^{120-x}$$

د. احتمال آن که ۲۱ کاربر یا بیش‌تر همزمان در حال ارسال باشند را بدست آورید. (نیازی به بدست آوردن جواب آخر نیست)

$$1 - \sum_{x=0}^{20} \binom{120}{x} \times p^x \times (1-p)^{120-x}$$

10- در شبکه‌های نوین سوئیچینگ بسته، شامل اینترنت، میزبان مبدا پیام‌های لایه ی 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 and reassembly می‌گوییم. پیامی با طول  $8 \times 10^6$  بیت را در نظر بگیرید که می‌خواهد از مبدا به مقصد در شبکه‌ای که از دو سوئیچ تشکیل شده است ارسال شود. همه ی 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. چقدر طول می‌کشد تا پیام از مبدا به اولین سوئیچ برسد؟ در نظر داشته باشید که سوئیچ‌ها از روند store-and-forward استفاده می‌کنند. مدت زمان رسیدن پیام به صورت کامل از مبدا به مقصد چقدر است؟

$$\frac{8 \times 10^6 \text{ bit}}{2 \text{ Mbps}} \times \frac{1 \text{ Mbps}}{10^6 \text{ bps}} = 4 \text{ s}$$

رسیدن پیام به اولین سوئیچ: 4 s

مدت زمان رسیدن پیام به صورت کامل از مبدأ به مقصد: Store-and-Forward (2 switches)  $\Rightarrow 4 \text{ s} \times 3 \text{ hops} = 12 \text{ s}$

ب) فرض کنید پیام به ۸۰۰ بسته تقسیم میشود که هر بسته طولی برابر با  $10^4$  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؟

$$\frac{10^4 \text{ bit}}{2 \text{ Mbps}} \times \frac{1 \text{ Mbps}}{10^6 \text{ bps}} = 0.005 \text{ s}$$

رسیدن بسته به اولین سوئیچ: 0.005 s

$$0.005 \text{ s} \times 3 \text{ hops} = 0.015 \text{ s}$$

مدت زمان رسیدن بسته اول به مقصد: 0.015s

$$0.015 \text{ s} + 799 \text{ packet} \times 0.005 \text{ s} = 4.01 \text{ s}$$

مدت زمان رسیدن پیام به مقصد به دلیل پایپ‌لاین بودن: 4.01s

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

- (۱) در صورت بزرگ‌بودن بسته، اگر Segmentation وجود نداشته‌باشد، بقیه بسته‌ها مجبورند در صف بمانند.
- (۲) در صورت خطا در یکی از بسته‌ها، احتیاجی به ارسال دوباره کل پیام نیست و فقط همان بسته دوباره ارسال می‌شود.

د) در مورد معایب Message Segmentation بحث کنید.

- (۱) بسته‌ها پس در دریافت‌شدن در مقصد باید به ترتیب سرهم شوند.
- (۲) چون تمام بسته باید داده‌های کنترلی (Header) داشته‌باشند، سربار زیاد می‌شود.

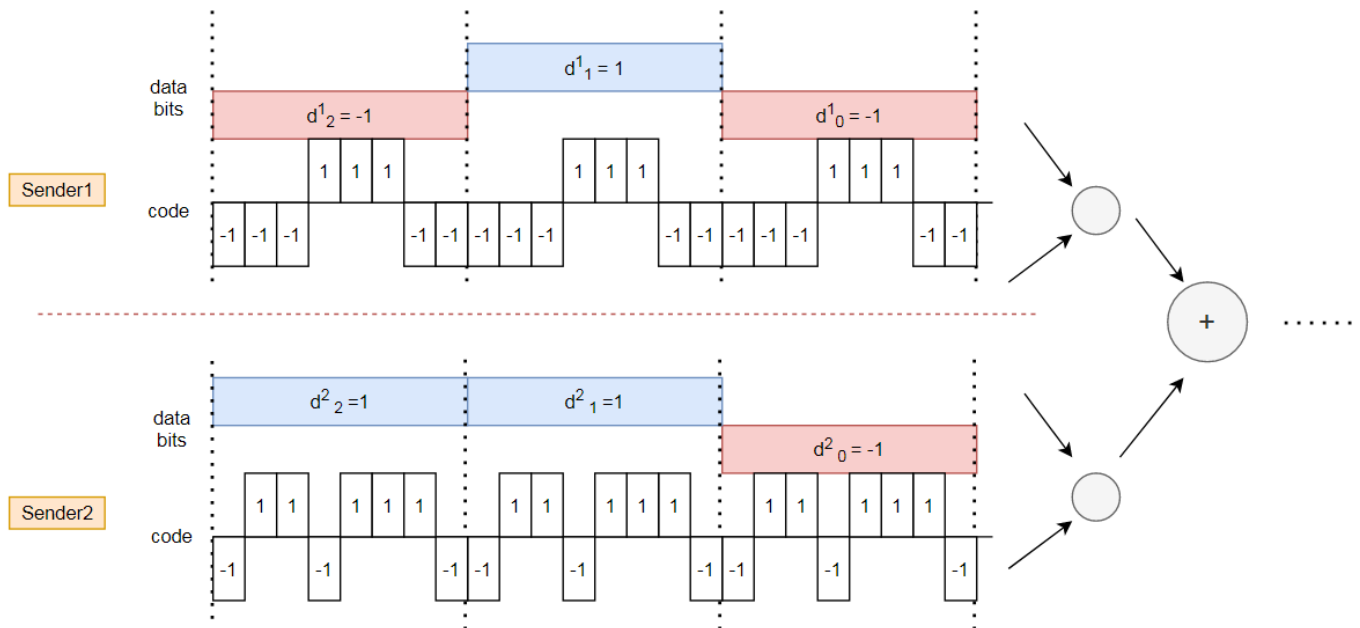


11- فرض کنید در یک سازمان ۱۰ کاربر از طریق خطوط ۱۰ مگابیت بر ثانیه به سویچ متصل شده اند. حداکثر ترافیک قابل انتقال از طریق سخت افزار سویچ ۸۰ مگابیت بر ثانیه است. در ضمن این سویچ از طریق پورت اترنت به مسیریاب و از آنجا با یک خط ۴۰ مگابیت بر ثانیه به اینترنت متصل شده است. اگر اندازه بسته های ارسالی هر کاربر ۱۵۰۰ بایت باشد، حداکثر تعداد بسته های ارسالی هر کاربر در واحد زمان به چه میزان باشد تا شبکه ( بدون در نظر گرفتن تاخیر ) در حالت پایدار بماند؟

اگر ترافیک شبکه بیشتر از ۴۰ مگابیت بر ثانیه (محدودیت ارتباط با اینترنت) بشود، شبکه نمی تواند آن را منتقل کند.

$$40 \times 10^6 \text{ bit} \times \frac{1 \text{ packet}}{1500 \times 8 \text{ bit}} \times \frac{1 \text{ user}}{10 \text{ users}} = 333.33 \text{ packets} \Rightarrow 333 \text{ packets}$$

12- مطابق شکل دو کاربر می خواهند به طور همزمان 3 بیت داده را ارسال کنند. داده ها چه گونه روی کانال قرار می گیرند و گیرنده چه طور داده ها را دریافت می کند؟ محاسبه کنید.



Sender1 = (-1; -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1), (1; -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1), (-1; -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1)

Sender2 = (1; -1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1), (1; -1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1), (-1; -1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1)

Sender1 + Sender2 = (0; 2, 2, -2, 0, 0, 2, 0), (-2; 0, 0, 0, 2, 2, 0, -2), (2; 0, 0, 0, -2, -2, 0, 2)

Sender1 decode:

- 1)  $(0, 2, 2, -2, 0, 0, 2, 0) \times (-1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1) = -8 / 8 = -1$
  - 2)  $(-2, 0, 0, 0, 2, 2, 0, -2) \times (-1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1) = 8 / 8 = 1$
  - 3)  $(2, 0, 0, 0, -2, -2, 0, 2) \times (-1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1) = -8 / 8 = -1$
- $1) + 2) + 3) = (-1, 1, -1)$

Sender2 decode:

- 1)  $(0, 2, 2, -2, 0, 0, 2, 0) \times (-1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1) = 8 / 8 = 1$
  - 2)  $(-2, 0, 0, 0, 2, 2, 0, -2) \times (-1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1) = 8 / 8 = 1$
  - 3)  $(2, 0, 0, 0, -2, -2, 0, 2) \times (-1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1) = -8 / 8 = -1$
- $1) + 2) + 3) = (1, 1, -1)$

13- در یک سیستم سلولی 4 کاربر A, B, C, D می‌خواهند به یک ایستگاه پایه (Base Station) داده بفرستند. در این سیستم روش مالتی پلکسینگ CDMA به کار برده می‌شود. که در این صورت سیگنال هر کاربر برای کاربر دیگر در سمت گیرنده (Base Station) نویز به شمار می‌رود (تصور کنید این نویز مانند نویز سفید گائوسی رفتار می‌کند). همچنین نویز کلی کانال برابر با 0.001 وات می‌باشد. دستگاه هر یک از کاربران در صورتی که در فاصله‌ای کمتر از 5 KM از ایستگاه پایه باشد با توان 0.6 وات و اگر فاصله بیش از این باشد با توان 3 وات سیگنال‌ها را می‌فرستد. در صورتی که فاصله کاربر‌ها تا ایستگاه پایه به ترتیب برابر با 10 M, 100 M, 1 KM, 10 KM باشد. اگر رابطه Path Gain به صورت زیر باشد:

$$Path\ Gain = \frac{P_R}{P_T} = 5 * \left( \frac{c}{4\pi df} \right)^2, \quad c = 3 * 10^8 \frac{M}{S}, \quad f = 824 * 10^6\ Hz$$

(در این رابطه  $P_R$  برابر با توان سیگنال دریافتی از سوی گیرنده و  $P_T$  برابر با توان سیگنال فرستاده شده از سوی فرستنده می‌باشد)

الف - بیشینه ظرفیت نرخ بیتی که هر کاربر می‌تواند از کانال داشته باشد چه قدر می‌باشد.

ب- در صورتی که بخواهیم حداقل کیفیت سرویس را برای همه کاربران داشته باشیم، در چه حالتی مجموع نرخ ارسالی کاربران بیشینه خواهد شد.

رابطه Shannon در محاسبه ظرفیت کانال (C) بر حسب Bit Rate به صورت زیر می‌باشد: (لگاریتم در مبنای 2)

$$C_{for\ user\ A} = W_C \log_2 (1 + SINR_{for\ user\ A})$$

که در اینجا پهنای باند کانال برای همه کاربران یکسان و برابر با  $W_C = 1.25\ MHz$  می‌باشد.

SINR (Signal to noise and interference ratio) نیز از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$SINR_{for\ user\ A} = \frac{P_S}{P_N + \sum_{i \in \{Users - A\}} P_i}$$