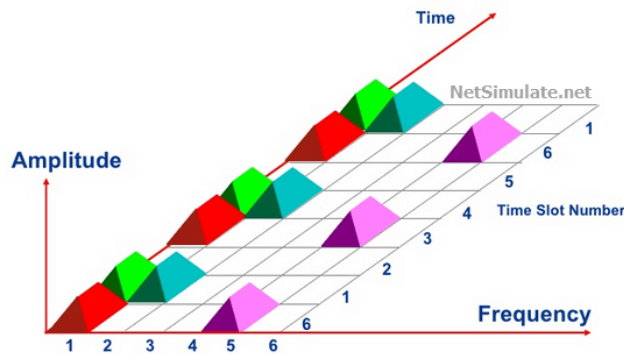




# Multiple Access Control Project Documentation

Mohammadmahdi Mohammadi & Mohammad Andalibi – spring 2020

**پروتکل TDMA** : پروتکل دسترسی چندگانه بخش زمانی (Time-division multiple access – TDMA) یک روش دسترسی کانالی در شبکه های مشترک شده می باشد. پروتکل TDMA به کاربر اجازه می دهد تا اشتراک کانال را با فرکانس مشابه و با تقسیم سیگنال به شیار های زمانی مختلف انجام دهد. کاربران یکی پس از دیگری در توالی سریع بوسیله شیار زمانی خود انتقال پیدا می کنند. این مسئله به ایستگاه های متعدد اجازه اشتراک وسیله انتقال مشابه را می دهند (همچون کانال فرکانس رادیویی) در حالی که فقط قسمتی از ظرفیت کانال خود را استفاده می کنند.



در این پروتکل زمان موجود به بازه های زمانی ثابت تقسیم می شود و به هر گره یک بازه زمانی اختصاص داده می شود. هنگامی که به یک بازه زمانی اختصاص داده می شود آن گره می تواند از کل ظرفیت کانال استفاده نماید. به علت این که در هر زمان بازه زمانی در اختیار یک گره قرار می گیرد پدیده تصادم هرگز رخ نمی دهد. هر گره می تواند تا رسیدن نوبه خود برای دسترسی به کانال به وضعیت Sleep برود و در مصرف انرژی صرفه جویی نماید. طبیعتاً در این پروتکل نیاز به یک گره مدیر یا گره مرجع می باشد تا بازه های زمانی را به سایر گره ها تخصیص دهد.

معایب	مزایا	خصوصیات
نیاز به همزمانی دقیق ساعت گره ها با یکدیگر.	سادگی پیاده سازی	پیچیدگی اختصاص شیار و فرکانس
انعطاف پذیری کم در صورت گسترش عدم استفاده مفید از ظرفیت کانال به این علت که ممکن است گرهی هیچ داده ای برای ارسال نداشته باشد.	عدم وجود برخورد با تصادم	در TDMA شیارها را می توان به صورت دینامیک تقاضا نمود
هدر رفتن بخشی از ظرفیت کانال به علت وجود زمان های محافظ بین اسلات های زمانی تخصیص داده شده.		اشتراک گذاری فرکانس موج حامل با چند کاربر انتقال ناپیوسته که تحویل را ساده تر می کند
		استفاده از TDMA در سیستم های تلفن موبایل

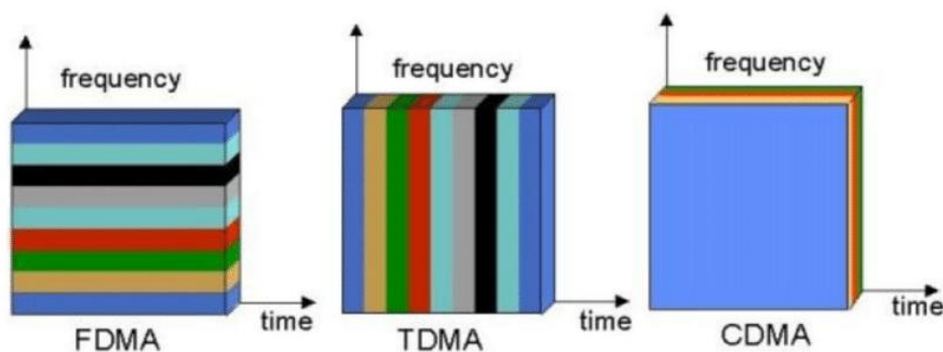
جهت رفع معایب پروتکل TDMA اصلاحاتی بر روی آن انجام شده است که به پویایی آن کمک می کند. به عنوان نمونه یک از تغییراتی که در مورد این پروتکل صورت گرفته این است که گره ها قبل از ارسال و دریافت داده و در زمان شروع و راه اندازی، بازه های زمانی مورد نیاز و مدت آن را مشخص و رزرو نمایند تا گره مرجع براساس آن به گره ها بازه زمانی تخصیص دهد. (در قسمت Dynamic TDMA به صورت کامل توضیح داده شده است)



**پروتکل CDMA :** دسترسی چندگانه تقسیم کدی (Code Division Multiple Access – CDMA) یک روش دسترسی کانال استفاده شده توسط تکنولوژی های مختلف ارتباطات رادیویی می باشد که انتقال صوت و دیتا را به صورت همزمان بر روی یک فرکانس فراهم می کند. در این پروتکل برخلاف پروتکل TDMA و پروتکل FDMA که از تقسیم زمانی و تقسیم فرکانسی استفاده می کردند، از مفهومی به نام Chip Code استفاده می شود. در این پروتکل هر بیت با یک دنباله ثابت به نام دنباله چپ جایگزین می شود. این دنباله چپ  $m$  بیتی است. یعنی برای ارسال یک بیت،  $m$  بیت ارسال می شود. برای جلوگیری از تصادم در این پروتکل چپ هایی که بین هر جفت فرستنده و گیرنده قرار داده می شوند ویژگی بنیادی هستند که گذشته از این که متفاوتند نسبت به هم متعامدند. متعامد بودن چپ ها این قابلیت را فراهم می کند که در یک محیط چندین ایستگاه بتوانند ارسال و دریافت داشته باشند بدون این که تصادفی رخ دهد.

مزایا	مقاوم در برابر چند مسیرگی	در صورت متعامد بودن چپ کدها تصادم هرگز رخ نمی دهد و همه ایستگاه ها می توانند همزمان ارسال کنند
معایب	نیاز به توان و انرژی بیشتر	نیاز به همزمانی دقیق فرستنده و گیرنده در ارسال و دریافت

اگر بخواهیم مثالی عینی از سه پروتکل TDMA، FDMA و CDMA بیان کنیم که در ادامه می خواهیم با چندی از آن ها کار کنیم، بدین نحو است که فرض کنید در اتاق بزرگی افراد زیادی دو به دو با یکدیگر صحبت می کنند، TDMA وقتی است که تمام افراد در یک اتاق بوده و برای صحبت کردن نوبت می گیرند. FDMA وقتی است که افراد به دسته های مجزایی تقسیم میشوند و هر دسته مستقل از یکدیگر به طور همزمان با هم به گفتگو می پردازند. CDMA نیز وقتی است که همگی در وسط اتاق بوده و محاوره می کنند ولی هر دو نفر با زبان خاصی صحبت می کنند. دو نفری که به زبان فارسی صحبت می کنند محاوره های سایر زبان ها را به عنوان اختلال تلقی می کنند.





بطور کلی میتوان گفت که این پروتکل براساس تئوری کد است . وقتی فرستنده اطلاعاتی را میخواهد منتقل نماید براساس محاسباتی که در ادامه به آن اشاره میشود کد و دیتا را یکی کرده و ارسال مینماید و لازم به ذکر است که برای کد ها از Walsh matrices استفاده میشود .

#### : Walsh matrices

$$W_{2^n} = \begin{bmatrix} W_{2^{n-1}} & W_{2^{n-1}} \\ W_{2^{n-1}} & \overline{W_{2^{n-1}}} \end{bmatrix}$$

در ریاضیات ، ماتریس والش یک ماتریس مربع خاص از ابعاد  $2^n$  است که در آن  $n$  تعداد طبیعی خاصی وجود دارد. اعداد ماتریس شامل ۱ یا -۱ است و ردیف های آن و همچنین ستون ها متعامد هستند ، یعنی محصول نقطه صفر است. ماتریس والش در سال ۱۹۲۳ توسط جوزف ال والش پیشنهاد شد. هر ردیف ماتریس والش با یک تابع والش مطابقت دارد.

ماتریس والش (و توابع والش) برای محاسبه تبدیل والش مورد استفاده قرار می گیرد و کاربردهایی در اجرای کارآمد برخی از عملیات پردازش سیگنال دارد.

مثال روبرو یکی از ماتریس های والش است :

$$H(2^2) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

که ما در این مثال میتوانیم ۴ کاربر با کد ای خاص مربوط به خود داشته باشیم . در کل باید بدانیم که هر چه تعداد کاربر ها بیشتر میشود سبب میشود طول کد ها بیشتر شوند و در نتیجه هر چه اطلاعات طول بیشتری داشته باشند پهنای شبکه تقسیم دارد میشود .

در ادامه صحبت ها میتوان اشاره کرد که فرستنده ها و گیرنده ها هر دو از کد های خاص اشخاص با خبر هستند و براساس این کد ها اطلاعاتی که از فرستنده ای را که میخواهند با استفاده از محاسبات بدست می آورند .

حال کمی درباره محاسباتی که گفته شد صحبت مینمایم :

هر کاربر کد مخصوص خود را دارد که ما برای واضح تر بیان کردن این محاسبات از نمادی  $V$  استفاده میکنیم و بیت ۱ را با نماد  $V$  و بیت ۰ را با  $-V$  نمایش میدهم .

$$H(2^1) = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

ابتدا ما فرض میکنیم که دو کاربر داریم که طبق جدول walsh کد های آن ها برابر است با :

و اطلاعاتی که که میخواهیم ارسال نمایم برابر  $(1, 0, 1, 1)$  است که اگر طبق گفته های بالا با نماد بخواهیم نمایش دهیم برابر  $(V, -V, V, V)$  می شود . حال هر یک از این  $V$  ها را با کد های آن جایگذاری میکنیم شایان ذکر عه که در این مثال کد فرستنده  $(1, -1)$  در نظر گرفته شده است پس :

$$(V, -V, V, V) = (V0, V1, -V0, -V1, V0, V1, V0, V1) = (1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, -1)$$

و در آخر داده  $(1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, -1)$  از سمت فرستنده به کانال ارسال میگردد . و اگر فرستنده دیگری همین روند را تکرار کند و داده  $(-1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1)$  را ارسال نماید . و زمانی که این داده ها با یکدیگر جمع میشوند داده زیر در کانال بوجود می آید .

$$(1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, -1) + (-1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1) = (0, -2, -2, 0, 2, 0, 2, 0)$$



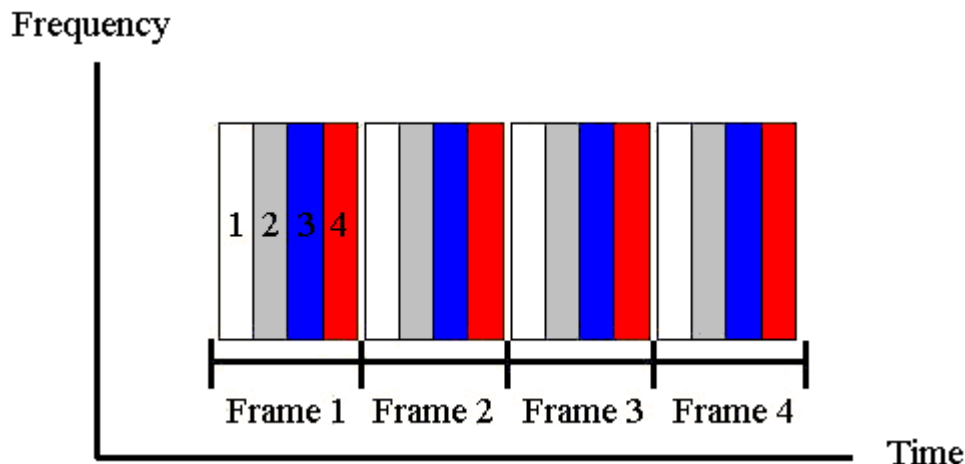
در آن سو گیرنده با توجه به کد کاربر ها این اطلاعاتی را که هست بازسازی مینماید با این محاسبات زیر :

Decode sender0	Decode sender1
code0 = (1, -1), signal = (0, -2, -2, 0, 2, 0, 2, 0)	code1 = (1, 1), signal = (0, -2, -2, 0, 2, 0, 2, 0)
decode0 = pattern.vector0	decode1 = pattern.vector1
decode0 = ((0, -2), (-2, 0), (2, 0), (2, 0)) · (1, -1)	decode1 = ((0, -2), (-2, 0), (2, 0), (2, 0)) · (1, 1)
decode0 = ((0 + 2), (-2 + 0), (2 + 0), (2 + 0))	decode1 = ((0 - 2), (-2 + 0), (2 + 0), (2 + 0))
data0=(2, -2, 2, 2), meaning (1, 0, 1, 1)	data1=(-2, -2, 2, 2), meaning (0, 0, 1, 1)

برای هر یک از فرستندگان اینطور محاسبه میگردد که داده ها را دو به دو دسته بندی میکنیم و کد را در آن ها ضرب میکنیم و داده های ، داده های دو دویی با یکدیگر جمع مینمایم حال اگر اعداد حاصله اگر منفی باشد بجای آن عدد ۰ قرار میدهیم و اگر مثبت باشد بجای آن عدد ۱ را قرار میدهیم لازم به ذکر است که اگر عدد نهایی غیر از این دو بود و اعداد صفر بودند به معنای نفرستادن داده ای از سوی این فرستنده است که در شکل زیر نمایش داده شده :

```
code1 = (1, 1), signal = (1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, -1)
decode1 = pattern.vector1
decode1 = ((1, -1), (-1, 1), (1, -1), (1, -1)) · (1, 1)
decode1 = ((1 - 1), (-1 + 1), (1 - 1), (1 - 1))
data1 = (0, 0, 0, 0), meaning no data
```

پروتکل دسترسی چندگانه بخش زمانی (TDMA & dynamic TDMA) :

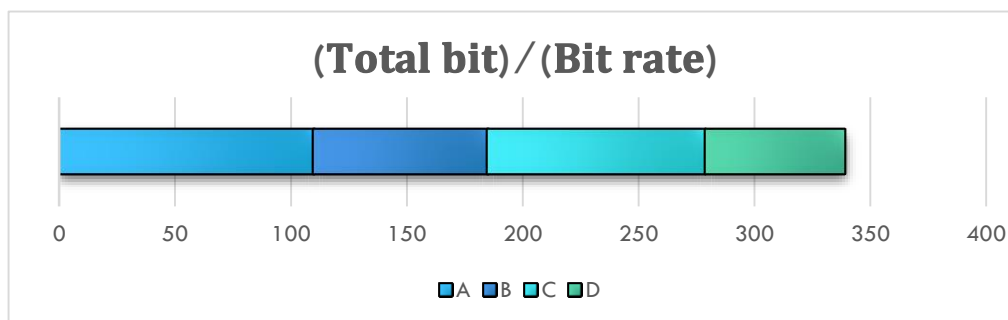
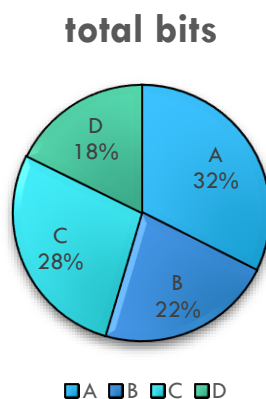




حال ما درباره ساختار این دو پروتکل صحبت کردیم ولی در مورد انتخاب node ها برای ارسال صحبتی نشد در ابتدا ما ساختاری را که برای TDMA در نظر گرفته شده است را شرح می‌دهیم .

ساختار احتمال در پروتکل TDMA با در نظر گرفتن عددی رندوم بین بازه ای که مجموع بیت های داده هایی که فرستنده ها ارسال می‌خواهند بنماید انجام می گیرد که این انتخاب تصادفی بستگی به حجم داده های ارسالی فرستنده دارد که هر چه بیشتر باشد میتواند احتمال انتخاب آن را بالا ببرد بطور مثال :

Node	Total bit
A	110
B	75
C	94
D	60
Sum:	339



با توجه به شکل و تعداد بیت های ارسالی هر یک از node ها متوجه میشویم که هر چه تعداد بیت های هر یک از node ها بیشتر باشد احتمال انتخاب تصادفی آن بیشتر است .

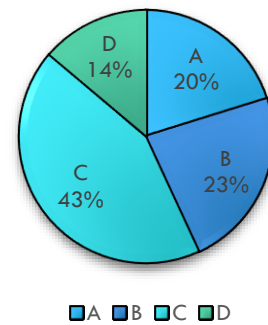
حال نوبت شرح Dynamic TDMA است . ایجاد پویایی در TDMA که سبب می شود موثرتر این پروتکل عمل کند که در این پروژه ما در نظر گرفتن مشکلات و معایبی که در پروتکل TDMA وجود داشت تلاش به اصلاح کردن و بهبود عملکرد آن شدیم از رو ما متوجه شدیم که متفاوت بود سرعت ارسال بیت ها در هر اسلات زمانی دلیلی است که node هایی که سرعت ارسال بیت ها در هر اسلات بیشتر تاثیر زیادی در روند ارسال دارند و سبب میشود این node ها زودتر اطلاعات خود را ارسال کنند و به کار خود پایان دهند .



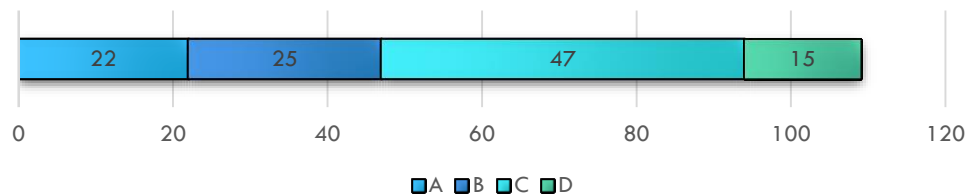
از این رو به این فکر کردیم راه کار هایی ایجاد کنیم که تاثیر این موضوع را کاهش دهیم ، یکی از این روش ها ایجاد نسبتی است بین bit rate و تعداد بیت داده هایی که فرستنده دارد و مجموع آن ها بین فرستنده هاست و در ادامه با ایجاد عدد تصادفی در بین این عدد مجموع فرستنده را مشخص مینمایم .

Node	Total bit	Bit rate	Total bit/Bit rate
A	110	5 bits/timeslot	22
B	75	3 bits/timeslot	25
C	94	2 bits/timeslot	47
D	60	4 bits/timeslot	15
Sum:	339		109

(Total bit) / (Bit rate)



(Total bit) / (Bit rate)



در شکل روبرو که مشاهده مینمایید مجموع ای نسبت عدد ۱۰۹ است پس از بین آن ها عدد تصادفی انتخاب می شود که با توجه به اینک هر چقدر این عدد برای فرستنده بیشتر باشد احتمال انتخاب شدن آن نیز بالا میرود .

از دیگر راهکار هایی که در Dynamic TDMA بکار برده شده در این پروژه ایجاد جایگزین هایی برای زمانی که با احتمال تعیین شده در پروژه شخص فرستنده داده ارسال ننماید که در این زمان بر خلاف TDMA معمولی که آن اسلات زمانی را از دست میدادیم سه جایگزین تعیین گردید تا بتوان احتمال از دست دادن اسلات زمانی را کمتر نمود .



## پاسخ سوالات انتهای داکيومنت

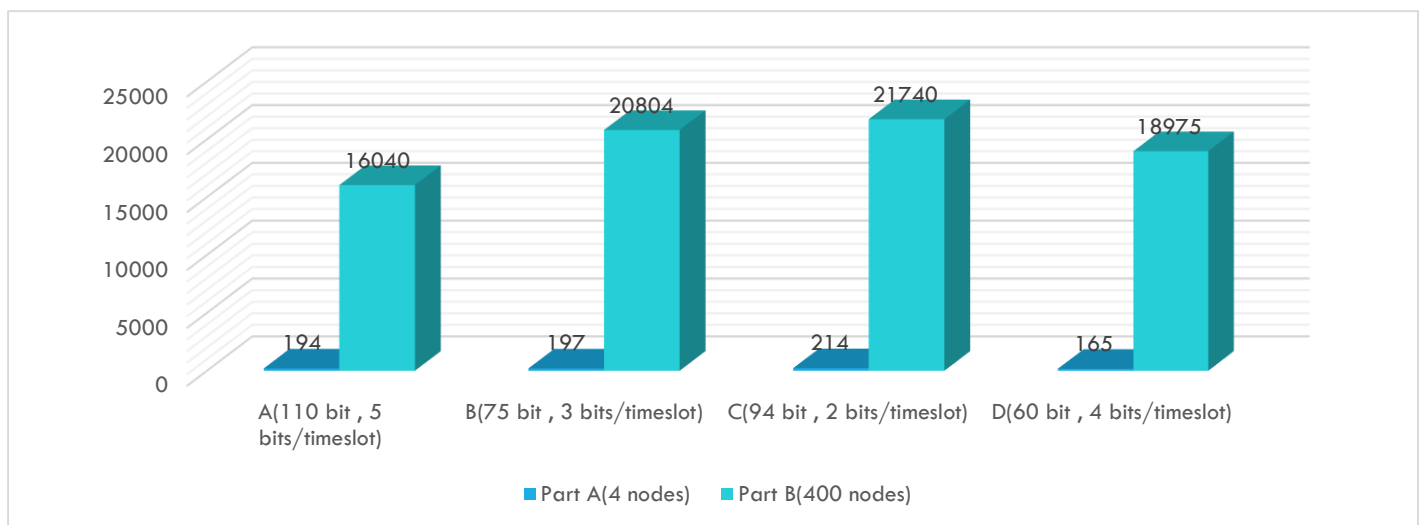
مقایسه CDMA در قسمت A و CDMA در قسمت B :

در طول پروژه بعد از آشنایی با مشکلاتی که پیش روی الگوریتم هست متوجه شدیم با افزایش افراد فرستنده بدلیل اینکه کد های منحصر به فرد آن ها افزایش پیدا میکنند سبب میشود عملکرد کانال کاهش پیدا کند و برای ارسال هر یک بیت تعداد زیادی بیت ارسال شود که همین موضوع سبب میشود در شبکه های پر جمعیت راندمان بسیار کاهش پیدا کند .

بطور مثال در یک شبکه ۴۰۰ کاربره برای هر یک از کاربر ها با توجه به قوانین ماتریس وال و محدودیت هایی که وجود دارد کد هر کاربر ۵۱۲ بیت است که برای ارسال ۱ بیت داده در کانال فرستنده ۵۱۲ بیت ارسال میکند که سبب کاهش عملکرد میشود.

پس از همین موضوع ما نتیجه میگیریم که قسمت A عملکرد بهتری دارد بدلیل اینکه تعداد کاربر های کمتری دارد و در کل می توان گفت هر چه تعداد کاربر ها بیشتر شود ، طول کد بیشتر می شود و همین موضوع سبب میشود پهنای شبکه تقسیم شود .

مقایسه TDMA در قسمت A و TDMA در قسمت B :



در شکل بالا و جدول پایین ، node هایی با میزان داده ارسالی یکسان و سرعت ارسال بیت بر اسلات زمانی یکسانی دارند با این تفاوت که در قسمت A node ها تعداد کمتری بودند و در قسمت B تعداد node ها افزایش یافته و رکورد هایی هستند که این node ها در چه اسلات زمانی پایان یافته اند که طبق داده ها میتوان متوجه شد که بدلیل اینکه در پروتکل TDMA اجازه داده نمیشود که کاربران بطور همزمان به کانال دسترسی داشته باشند سبب میشود که عملکرد تا مقداری کاهش یابد .



Node	Part A (4 nodes)		Part B (400 nodes)	
	اسلات زمانی پایان داده‌های ارسالی	Rate(number of sent data / number of timeslots)	اسلات زمانی پایان داده‌های ارسالی	Rate(number of sent data / number of timeslots)
A (110 bit , 5 bits/timeslot)	194	0.56	16040	0.006
B (75 bit , 3 bits/timeslot)	197	0.38	20804	0.0036
C (94 bit , 2 bits/timeslot)	214	0.43	21740	0.004
D (60 bit , 4 bits/timeslot)	165	0.36	18975	0.0031

مقایسه Dynamic TDMA در قسمت A و Dynamic TDMA در قسمت B :

حال در این رویکرد با توجه به راهکار هایی که برای پویا کردن ساختار TDMA انجام شد مشاهده می شود که تایم اسلات های کمتری مورد نیاز است برای ارسال داده های این 4 node . ایجاد پویایی در TDMA سبب می شود موثرتر این پروتکل عمل کند که در این پروژه ما در نظر گرفتن مشکلات و معایبی که در پروتکل TDMA وجود داشت تلاش به اصلاح کردن و بهبود عملکرد آن شدیم از رو ما به این داده ها دست یافتیم که با مقایسه rate ها متوجه بهبود عملکرد می شویم

Node	Part A (4 nodes)		Part B (400 nodes)	
	اسلات زمانی پایان داده‌های ارسالی	Rate(number of sent data / number of timeslots)	اسلات زمانی پایان داده‌های ارسالی	Rate(number of sent data / number of timeslots)
A (110 bit , 5 bits/timeslot)	109	1.009	10146	0.0108
B (75 bit , 3 bits/timeslot)	106	0.707	10860	0.0069
C (94 bit , 2 bits/timeslot)	104	0.903	8895	0.0105
D (60 bit , 4 bits/timeslot)	107	0.56	10414	0.0057





## کدام متود در شرایط مختلف عملکرد بهتری دارد؟

در تئوری CDMA، TDMA دقیقاً از راندمان یکسانی برخوردارند اما، در عمل، هرکدام چالش‌های خاص خود را دارند. کنترل قدرت در مورد CDMA، زمان بندی در مورد TDMA. سیستم‌های TDMA باید با دقت همگام سازی زمان انتقال همه کاربران را انجام دهند تا در زمان صحیح داده دریافت کنند و باعث ایجاد تداخل نشوند. در کنار این موضوع CDMA اجازه می‌دهد تا تعداد بی شماری از کاربران از کانال همزمان استفاده کنند در حالی که TDMA این کار را نمی‌کند که میتوان گفت در تعداد کاربر های پایین بدلیل اینک با استفاده از پروتکل CDMA میتوانند کاربران بطور همزمان داده ارسال نمایند مورد مناسبی برای این موقعیت هاست ولی در کانال های با تعداد کاربر بالا بدلیل اینک هر چه تعداد کاربر ها افزایش یابد طول کد ها نیز افزایش می باید سبب میشود که شبکه عملکرد پایینی داشته باشد پس با توجه به نتایج محدودی که در پروژه داشته ایم میتوان گفت که استفاده از Dynamic TDMA عملکرد بهتری در شبکه دارد البته شایان ذکر است که باید با نتایج دقیق تری این موضوع را بررسی کنیم تا جواب کاملاً قطعی بدهیم.

منابع :

[https://en.wikipedia.org/wiki/Code-division\\_multiple\\_access](https://en.wikipedia.org/wiki/Code-division_multiple_access)

<https://netsimulate.net/code-division-multiple-access-cdma-protocol/>

<https://netsimulate.net/time-division-multiple-access-tdma-protocol/>

<http://mokhaberat12.blogfa.com/post/107>