



فصل چهارم: دسترسی پندرگانه

در این فصل موری مختصر بر مفاهیم دسترسی چندگانه و نقش آن در ۲۹٪ مخابرات بی‌سیم خواهیم داشت.

درس انتقال داده

ابوفضل دیانت

آخرین ویرایش: ۱۶ آذر ۱۴۰۰ در ساعت ۱۰ و ۴۳ دقیقه

فهرست مطالب

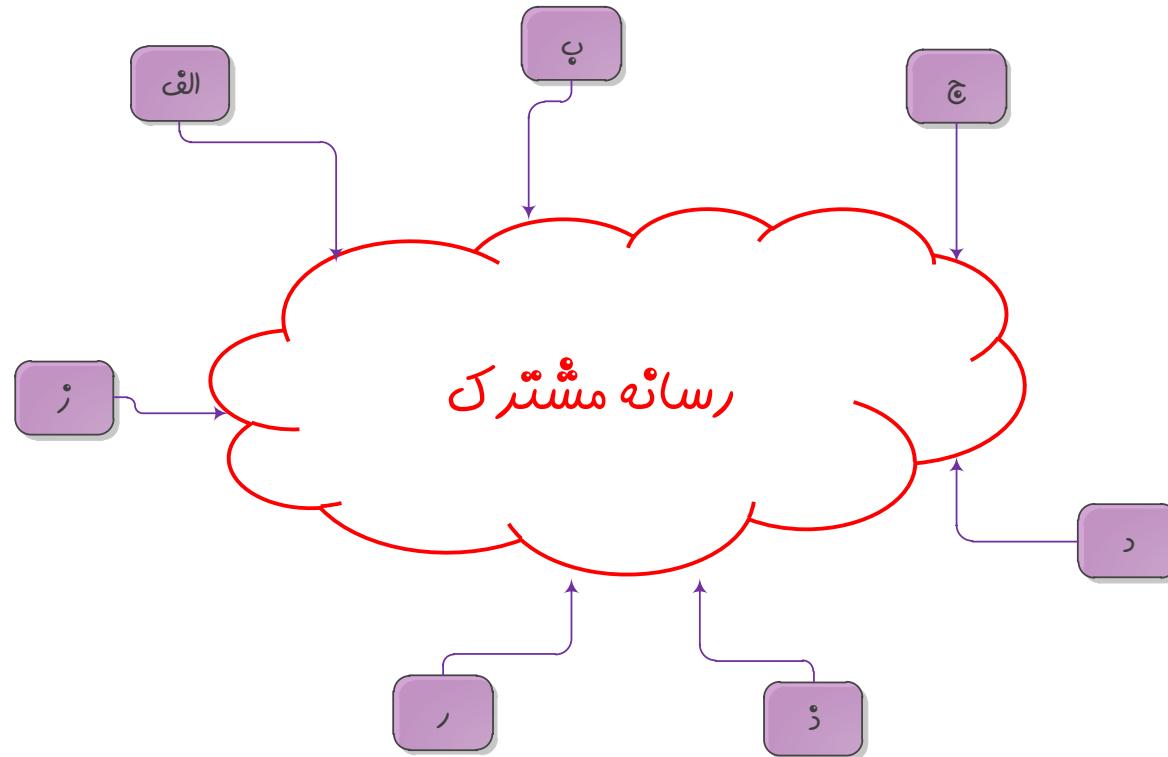
۱	مفاهیم اولیه
۱۰	دسته‌بندی سازوکارهای دسترسی چندگانه
۱۸	FDMA
۳۵	TDMA
۴۱	CDMA
۵۱	OFDMA
۶۰	RandomAccess

مراجع

۶۲
۶۳
۶۸
۷۴
	فهرست اختصارات
	واژه نامه انگلیسی به فارسی
	واژه نامه فارسی به انگلیسی

مفاهیم اولیه

مفاهیم اولیه



- تعدادی کاربر، قصد تبادل اطلاعات به صورت همزمان، بر روی یک رسانه (Medium) مشترک را دارند.
- تصادم (Collision) بین سیگنال‌های کاربران، موجب از بین رفتن تمامی داده‌های آنان خواهد شد.

کنترل دسترسی چندگانه (Multiple Access Control)

تعریف ۱

برای کاستن از میزان تصادم Collision، می‌بایست سازوکاری برای مدیریت به اشتراک‌گذاری

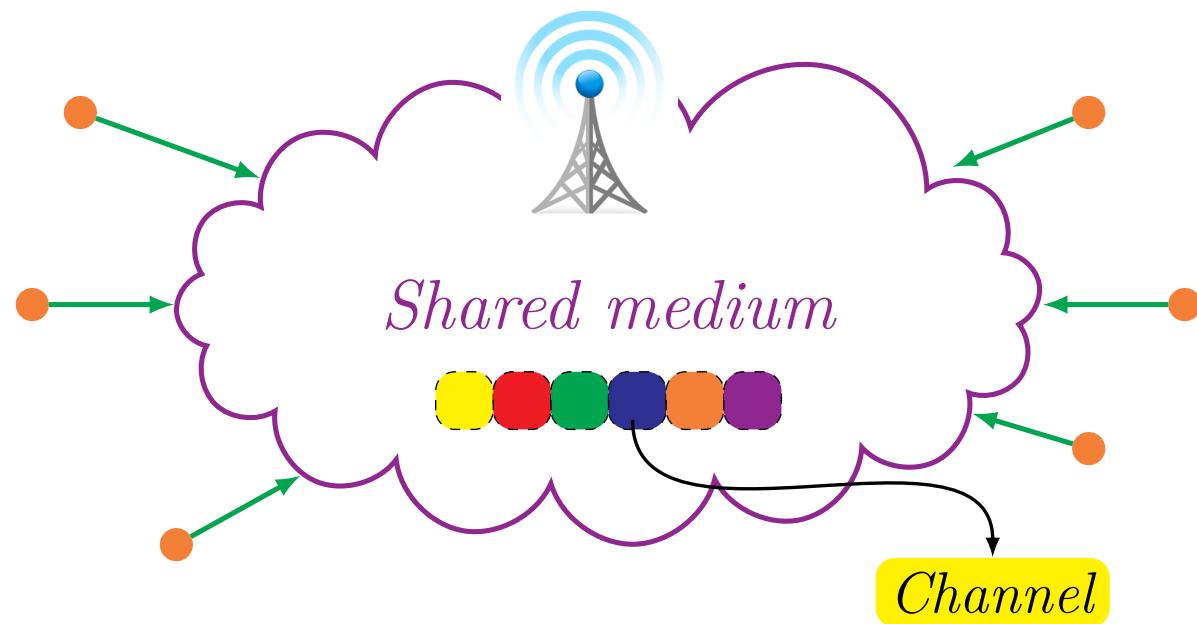
رسانه‌های مشترک وجود داشته باشد. اصطلاحاً به این سازوکارها کنترل دسترسی چندگانه Multiple

Access Control) و یا دسترسی به رسانه (Medium Access) گفته می‌شود.

۱) رعایت عدالت (Fairness)، تضمین کیفیت خدمات و بالابردن کارایی (Performance)، مهم‌ترین اصول طراح

در طراحی یک سازوکار کنترل دسترسی چندگانه است.

مفهوم کانال



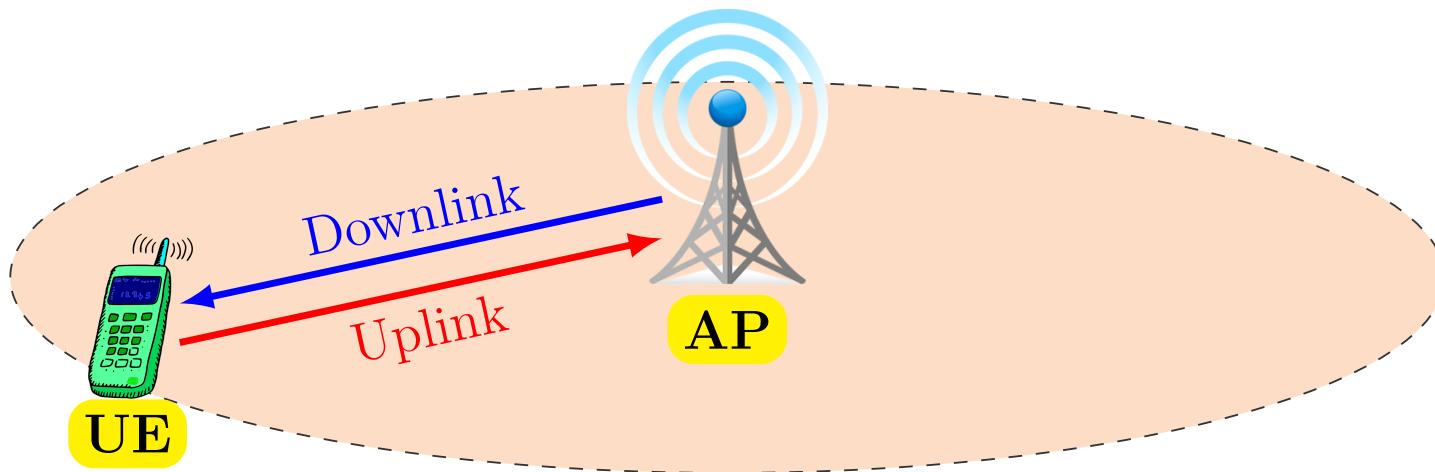
- رسانه مشترک را می‌توان به صورت فیزیکی و یا منطقی (Logical) به اجزای کوچکتری تقسیم‌بندی نمود،
که به هر جزء اصطلاحاً کانال (Channel) گفته می‌شود.
- کانال‌ها در حقیقت منبع (Resource) شبکه محسوب می‌شود، که شبکه می‌بایست آن‌ها را بین کاربران به صورت یهینه تخصیص دهد.

تقسیم صحیح و طریقه مهندسی آب زاینده‌رود به محله‌ها و باغات شهر اصفهان از شاه‌کارهای شیخ بهایی بود. او با محاسبه دقیق و به دست آوردن آمار بارندگی مناطق مختلف اصفهان، حومه و کوهستان‌های اطراف و همچنین سرچشمه زاینده‌رود، طرح دقیق نهرها و شیب و عرض جویبارها و سهم استفاده آب هر باغ و محله و منزل، به اختلاف چندین ساله مردم این منطقه پایان داد. این منطقه تا قبل از تقسیم آب همیشه در حال نزاع و جنگ و خونریزی قبیله‌ای برای تقسیم آب بود و با این کار شیخ بهائی، این گرفتاری برای همیشه حل شد. شیخ بهائی طرز تقسیم‌بندی جریان آب زاینده‌رود را با توجه به محاسبات خیلی دقیق به ۳۳ سهم تقسیم نمود که هر سهم معادل ۵ شبانه‌روز قسمتی از آب رودخانه است که باید آب موجود در رودخانه به هر محله سرازیر شود که امروزه با نصب دستگاه‌های مختلف آب‌سنجهای، در نقاط زاینده‌رود به همان نتیجه رسیده‌اند که او در ۴۲۰ سال قبل رسیده بود.

یکی دیگر از کارهای شگفت که به بهائی نسبت می‌دهند، ساختمان گلخن گرمابه‌ای است که هنوز در اصفهان مانده و به حمام شیخ بهائی یا حمام شیخ معروف است. این حمام در سال ۱۰۶۵ ساخته شده و در شعاع ۱۰۰

متری جنوب گنبد نظام الملک (جنوب مسجد جامع عتیق) قرار دارد. مردم اصفهان عقیده داشتند شیخ بهایی گلخن گرمابه را چنان ساخته که با شمعی گرم می‌شد، در زیر پاتیل گلخن فضای تهی تعبیه کرده و شمعی افروخته در میان آن گذاشته و آن فضا را بسته بود و خود گفته بود اگر روزی آن فضا را بشکافند شمع خاموش خواهد شد و گلخن از کار می‌افتد. بعد از مدتی که به تعمیر گرمابه پرداختند و آن محوطه را شکافتند، شمع خاموش شد و دیگر نتوانستند آن را روشن کنند. سیستم گرمایی این حمام از شاهکارهای مهندسی است که با استفاده از قوانین فیزیک و شیمی طراحی و فکر شده است. آب حمام با سیستم «دم و گاز» یعنی از گاز متان فاضلاب مسجد جامع و چکیدن روغن عصارخانه (محلی برای تهیه روغن از دانه‌های روغنی) شیخ بهایی در مجاورت حمام، روشن می‌شده است. به این طریق حمام به مدت طولانی تنها با یک شمع روشن می‌شده است. شیخ بهایی در ساخت حمام از طلا که رسانایی بالایی دارد و در انتقال گرما نقش موثری ایفا می‌کند، استفاده کرده بود. او به دلیل جلوگیری از سرقت آن، راز ساخت را پنهان نگه داشت.

داشتن ارتباط دو جهتی (Duplexing)

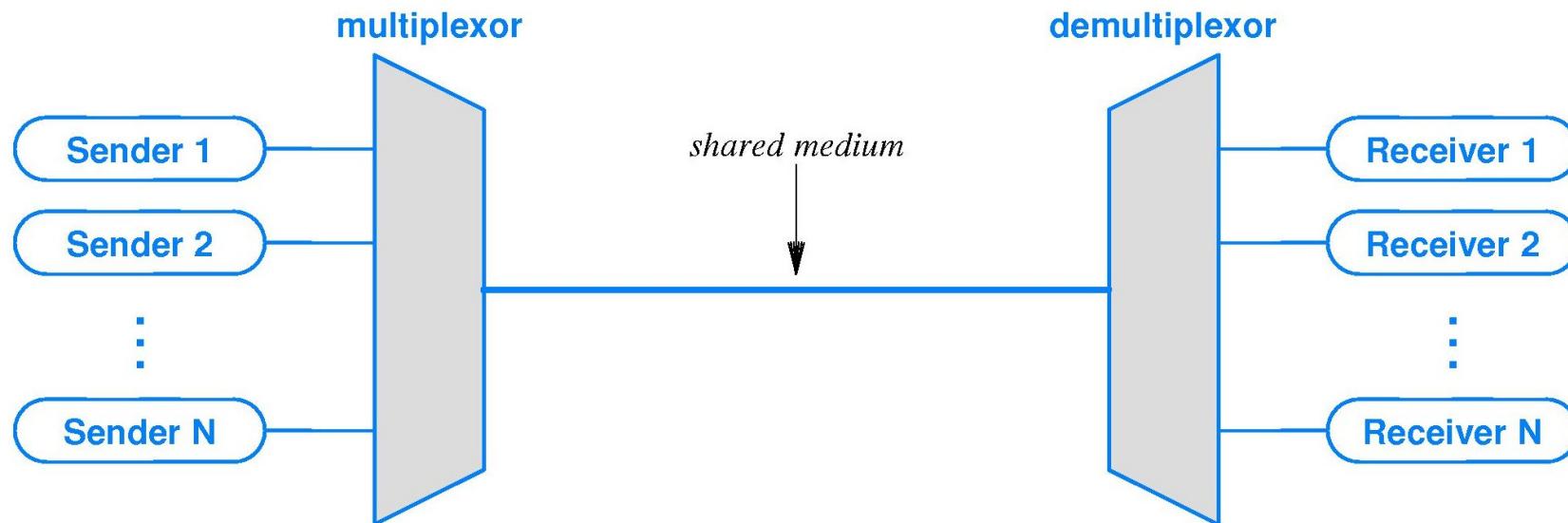


- پیوند فراسو (Uplink)، کانالی است که برای ارسال داده به شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد.
 - پیوند فروسو (Downlink)، کانالی است که برای دریافت داده از شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- به طور معمول کاربر نمی‌تواند به صورت همزمان هم از پیوند فروسو دریافت و هم در پیوند فراسو ارسال داده داشته باشد (دوطرفه ناهمگاه (Half Duplex)), اما اگر چنین قابلیتی ایجاد شود، می‌گوییم شبکه از دوطرفه همگاه (Full Duplex) پشتیبانی می‌کند.

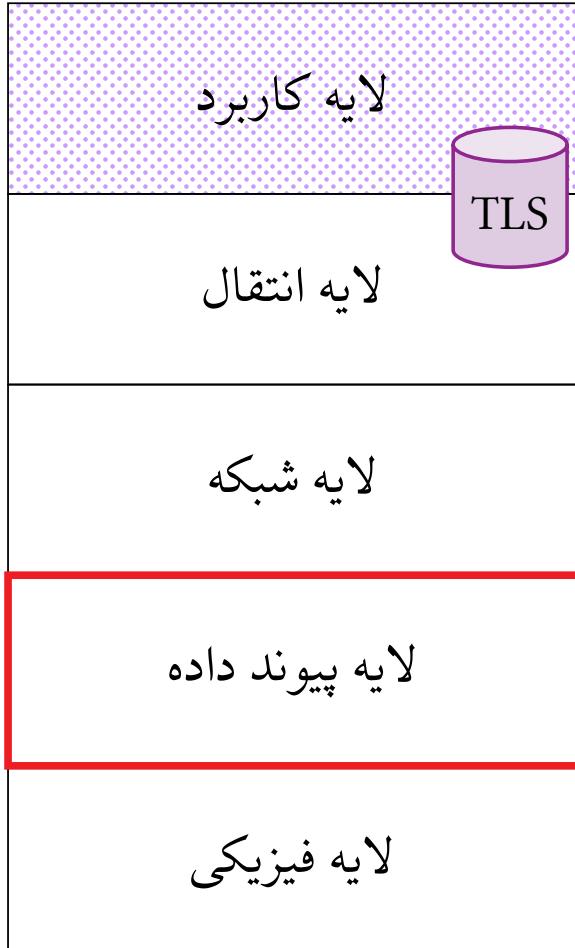
همتافتگری (Multiplexing)

روش‌های همتافتگری (Multiplexing) سازوکارهایی هستند که توسط آن می‌توان چندین سیگнал را ترکیب کرده و به صورت یک سیگнал، از یک رسانه مشترک (Shared Medium) عبور داد.

در حقیقت همتافتگر، رسانه مشترک را به یک یکسری کanal مجزا تقسیم‌بندی می‌کند. بر حسب نیاز می‌توان یک یا چند کanal را به یک کاربر تخصیص داد.



همتافتگری (Multiplexing) (ادامه)



لایه پیوند داده (Data Link Layer) از دو زیر لایه می‌شود:

LLC (Logical Link Control) •

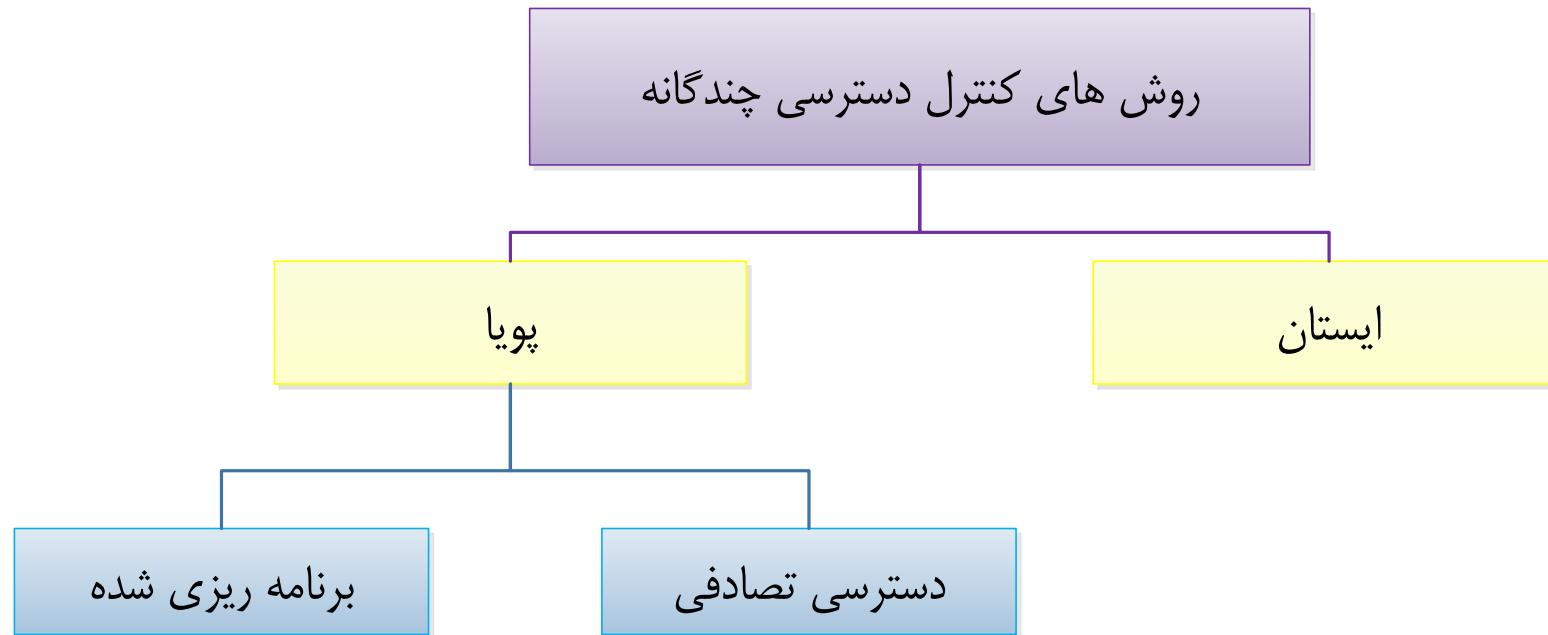
MAC (Medium Access Control) •

کنترل دسترسی چندگانه جزو وظایف لایه MAC محسوب می‌شود،

البته این سخن همواره درست نیست.

دسته‌بندی سازوگارهای دسترسی چندگانه

دسته‌بندی سازوکارهای دسترسی چندگانه



CDMA و TDMA، FDMA  نمونه‌هایی از روش‌های کنترل چندگانه ایستان (Static) محسوب می‌شوند.
MAC  به روش‌های ایستان اصطلاحاً شیوه‌های *Channelization*  و به روش‌های پویا اصطلاحاً شیوه‌های *MAC*  نیز گفته می‌شود.

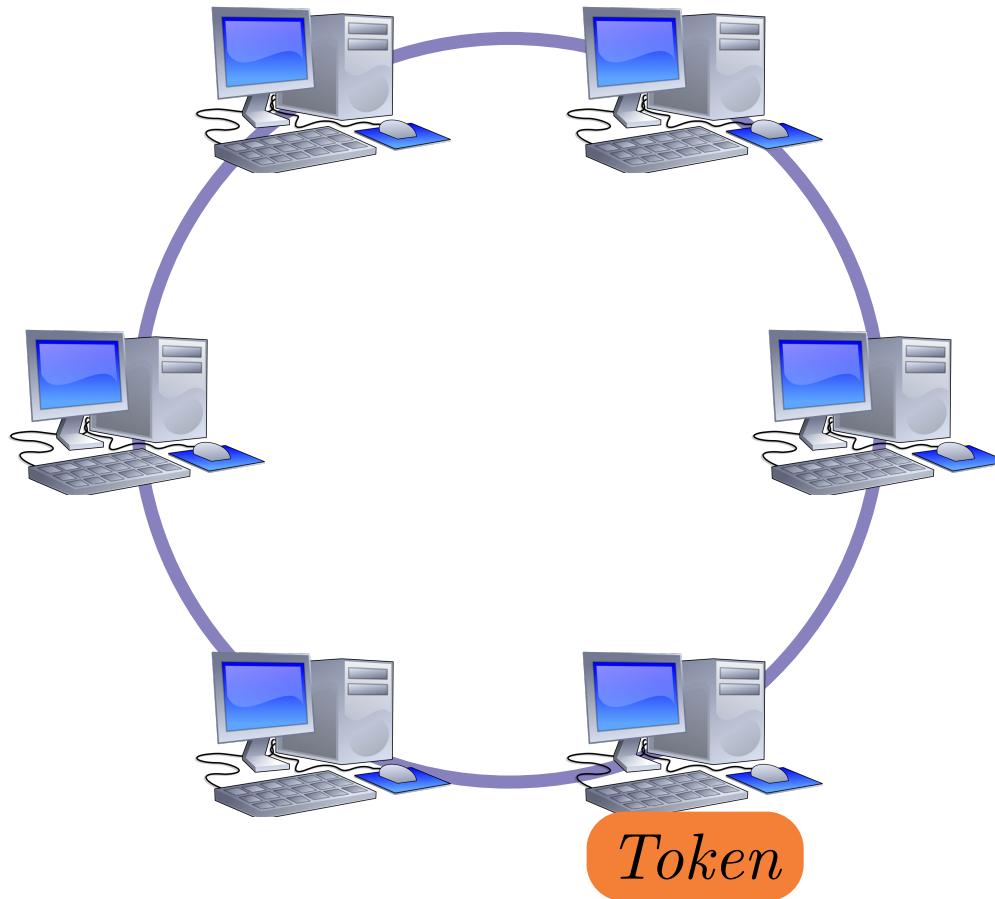
از دیدگاه دوم، پروتکل‌های دسترسی چندگانه به روش‌های زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

- بدون رقابت (Conflictfree) ♠ از همان ابتدای ارتباط تضمین می‌شود که تصادم رخ ندهد. در این پروتکل‌ها، رسانه مشترک به چندین کanal تقسیم می‌شود و هر کanal به یک کاربر تخصیص داده می‌شود.
- مبتنی بر رقابت (Contentionbased) ♠ کاربران برای بدست آوردن کanal با یکدیگر به رقابت می‌پردازند و در صورت رخ داد تصادم، سعی بر جلوگیری از تصادم می‌شود.

شاید بتوان تقسیم‌بندی فرکانسی یا همان FDM را قدیمی‌ترین روش در حوزه دسترسی چندگانه دانست. در کل در روش‌های ایستان از همان ابتدا رسانه مشترک به N کanal تقسیم‌بندی می‌شود، و هر کanal به یک کاربر تخصیص داده می‌شود. البته این روش برای زمانی موثر است که تعداد کابران محدود باشد، و ترافیک قابل پیش‌بینی باشد؛ چراکه در صورت عدم استفاده یک کاربر از کanal تخصیص یافته به او، عملاً منابع ما به هدر خواهد رفت. گرچه در این نوع از روش‌ها عدالت به صورت کامل برقرار می‌گردد و در ضمن می‌توان براحتی جلو تصadem را نیز گرفت.

در مقابل در روش‌های پویا، تمامی رسانه مشترک در اختیار کاربران قرار می‌گیرد. اما باید دقت داشت که در این حالت اگر دو گره به صورت همزمان شروع به ارسال داده بکنند، این رخداد موجب تصadem می‌گردد و ما باید به نحوی این مشکل را مدیریت کنیم.

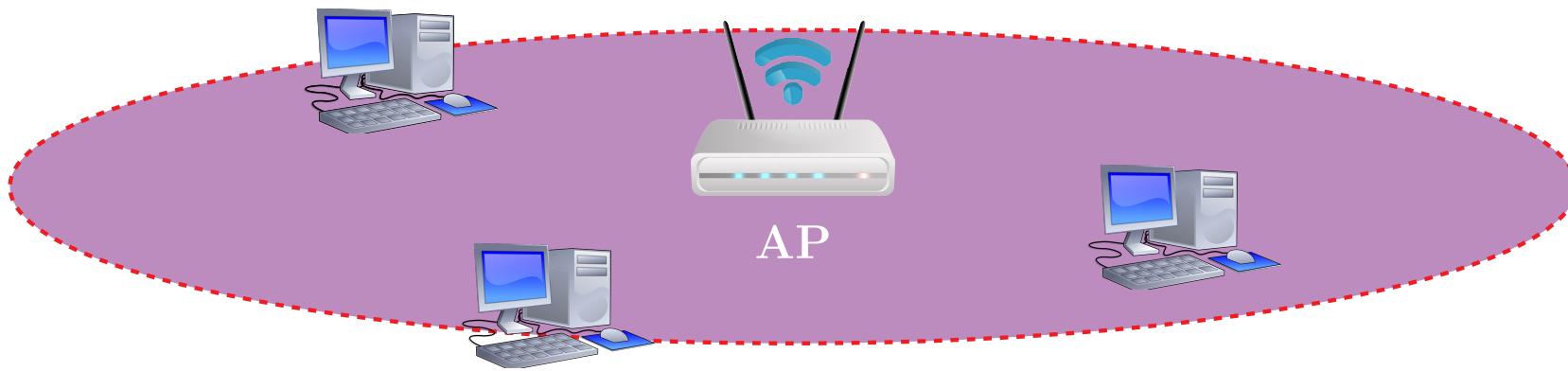
دسته‌بندی سازوکارهای دسترسی چندگانه (ادامه)



شبکه‌های Token Ring نمونه‌ای از روش‌های کنترل دسترسی چندگانه پویا زمان‌بندی شده است.

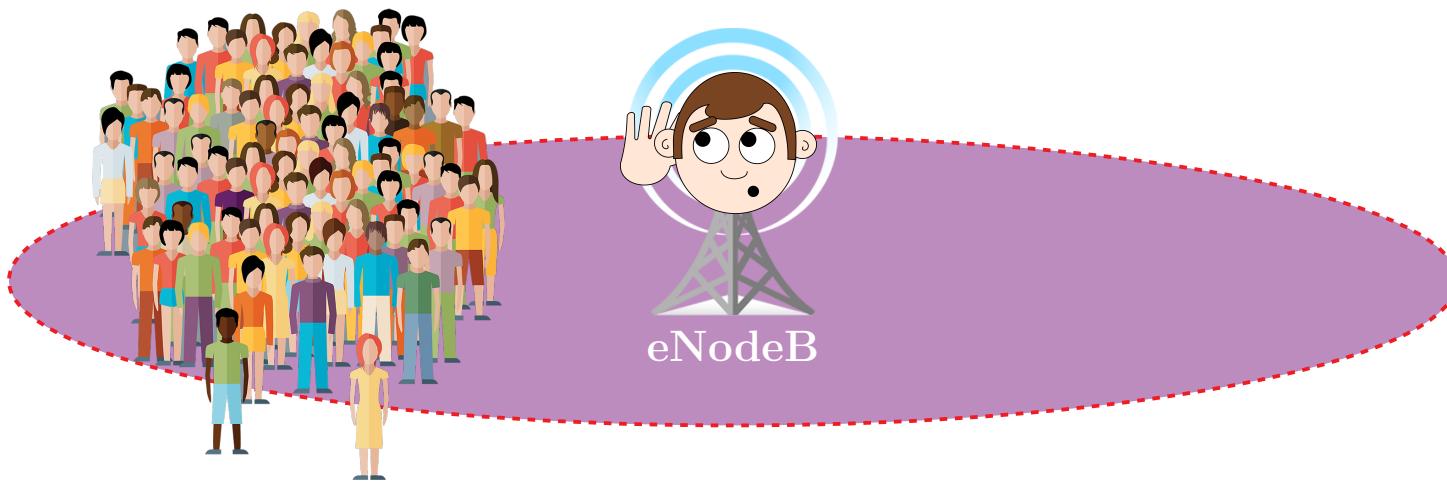
روش‌های Token Ring برای نخستین بار توسط IBM در سال ۱۹۸۴ ارایه شد و در سال ۱۹۸۹ نیز در استاندارد IEEE 802.5 استاندارد شد. این روش معمولاً برای شبکه‌های LAN بکار گرفته می‌شد. گرچه این پروتکل موفقیت بسیاری را کسب کرد، اما بعدها با آمدن Ethernet تقریباً بدست فراموشی سپرده شد.

دسته‌بندی سازوکارهای دسترسی چندگانه (ادامه)



در IEEE 802.11 می‌دانیم که از CSMA (Carrier Sense Multiple Access) استفاده می‌شود. CSMA نمونه‌ای از روش‌های پویا است.

دسته‌بندی سازوکارهای دسترسی چندگانه (ادامه)



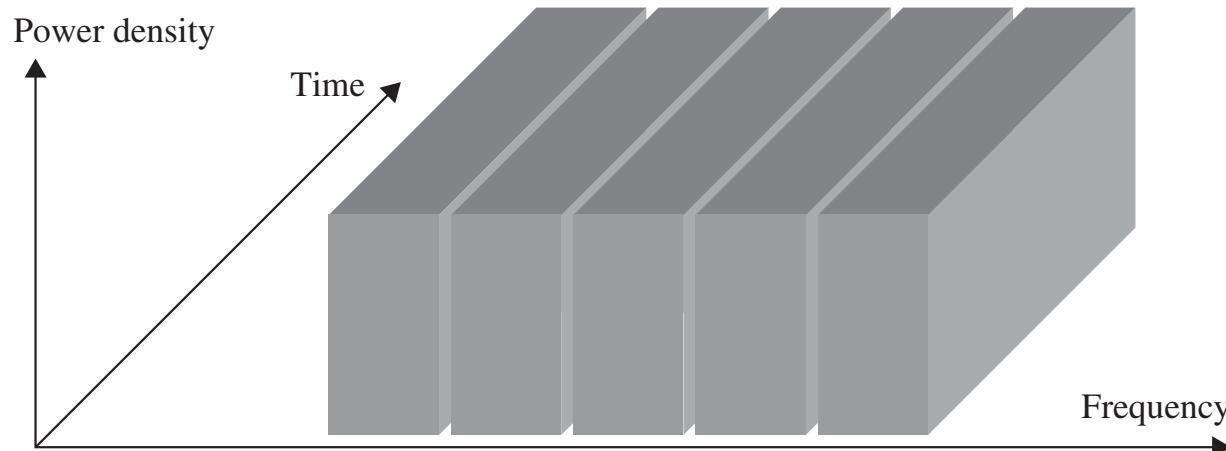
- ☞ سازوکار دسترسی تصادفی (Random Access) برای دریافت کanal اختصاصی از شبکه‌های تلفن همراه
- ☞ در شروع کار رقابت وجود دارد اما بعدش خیر!!

FDMA

روش‌های دسترسی چندگانه - FDMA

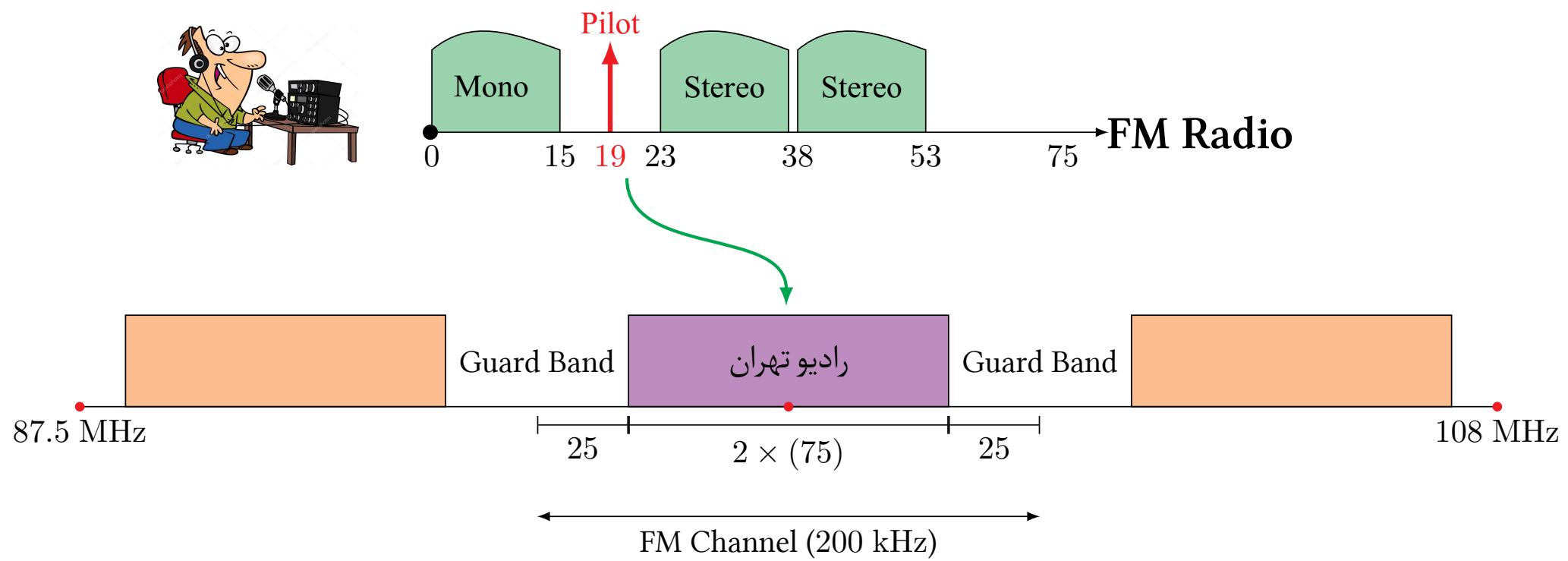
در روش همتافتگری FDM (Frequency Division Multiplexing) فرکانس را به تعدادی بخش کوچکتر تقسیم‌بندی می‌کنیم.

- FDMA (Frequency Division Multiple Access): استفاده برای حل چالش دسترسی چندگانه.
 - به یاد باند محافظ نیز باشد.
 - به عنوان نمونه: رادیو FM و شبکه‌های تلفن همراه G.



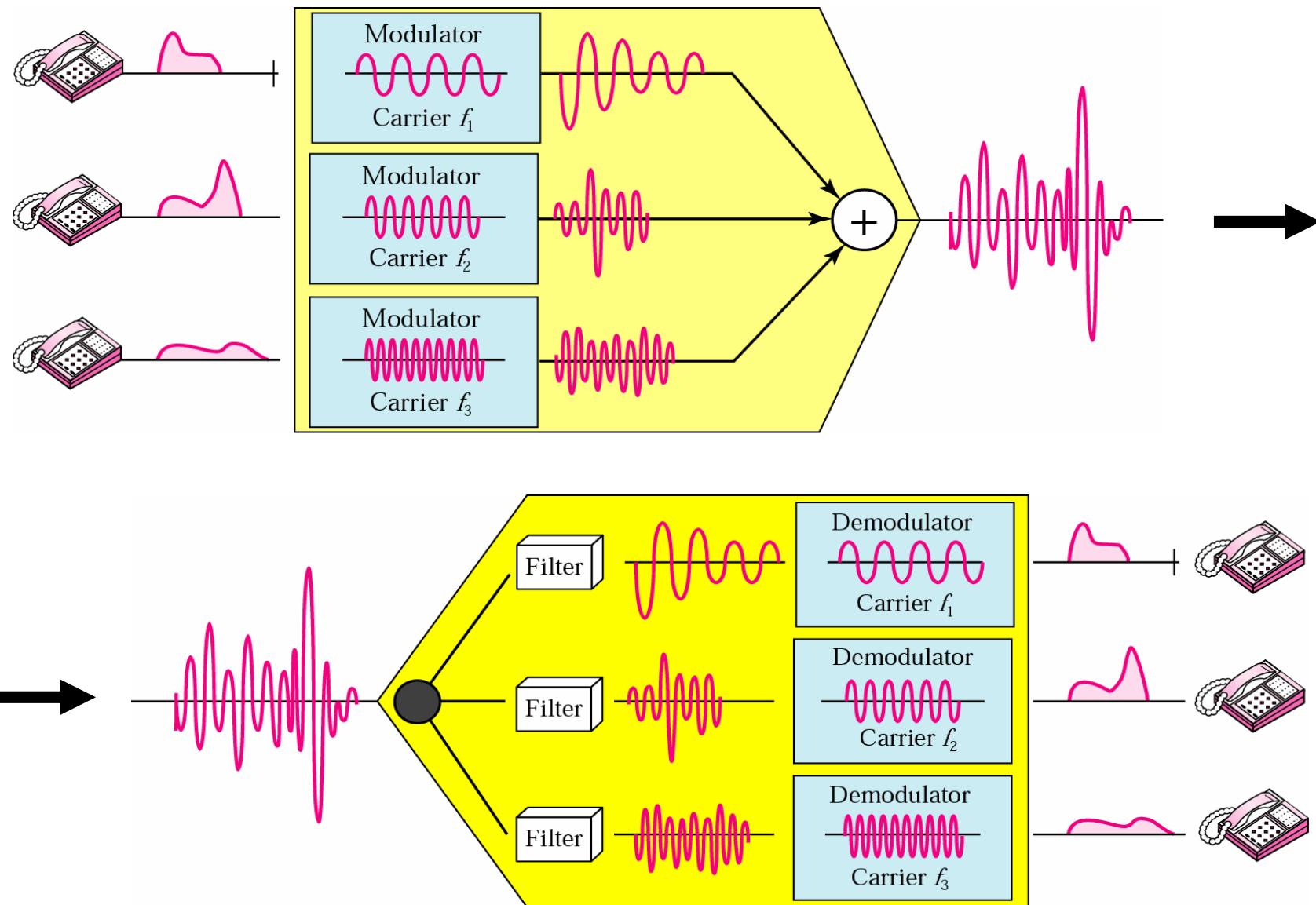
روش‌های دسترسی چندگانه - FDMA (ادامه)

رادیو (Radio) FM (Frequency Modulation) در بازه فرکانسی 87.5 MHz تا 108 MHz قرار دارد. هر کanal این رادیو 200 kHz پهناهی باند اشغال می‌کند. بین هر دو کanal 50 kHz باند محافظ (Guard Band) وجود دارد.



❷ پهناى باند تخصیص داده شده برای صوت در AM برابر با 5 kHz یا 9 kHz است در حالی که در FM این مقدار برابر با 15 kHz است. بدین سان کیفیت صوت در رادیو FM بهتر از AM است.

روش‌های دسترسی چندگانه - FDMA - (ادامه)

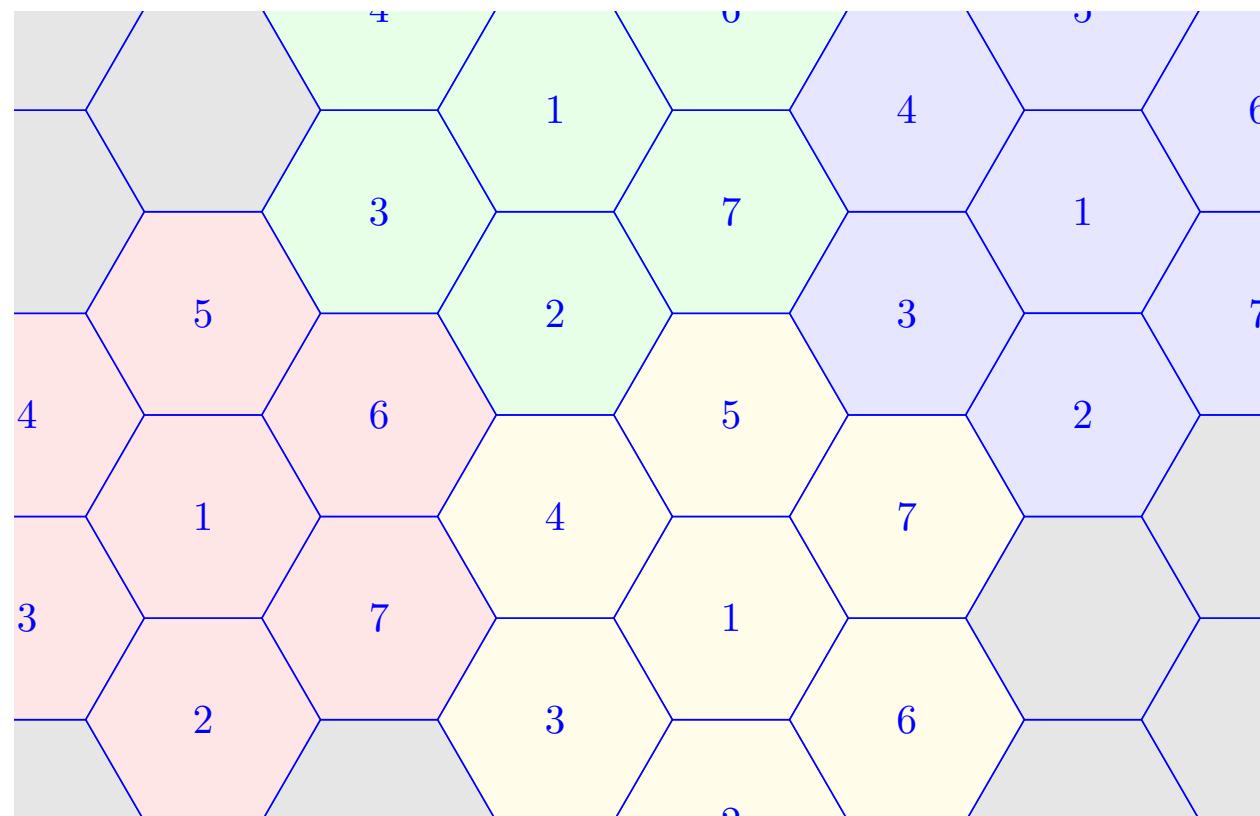


بازصرف فرکانسی (Frequency Reuse) - تعریف

بازصرف فرکانسی به استفاده مجدد از کانال‌های مورد استفاده در یک سلول در سلول‌های

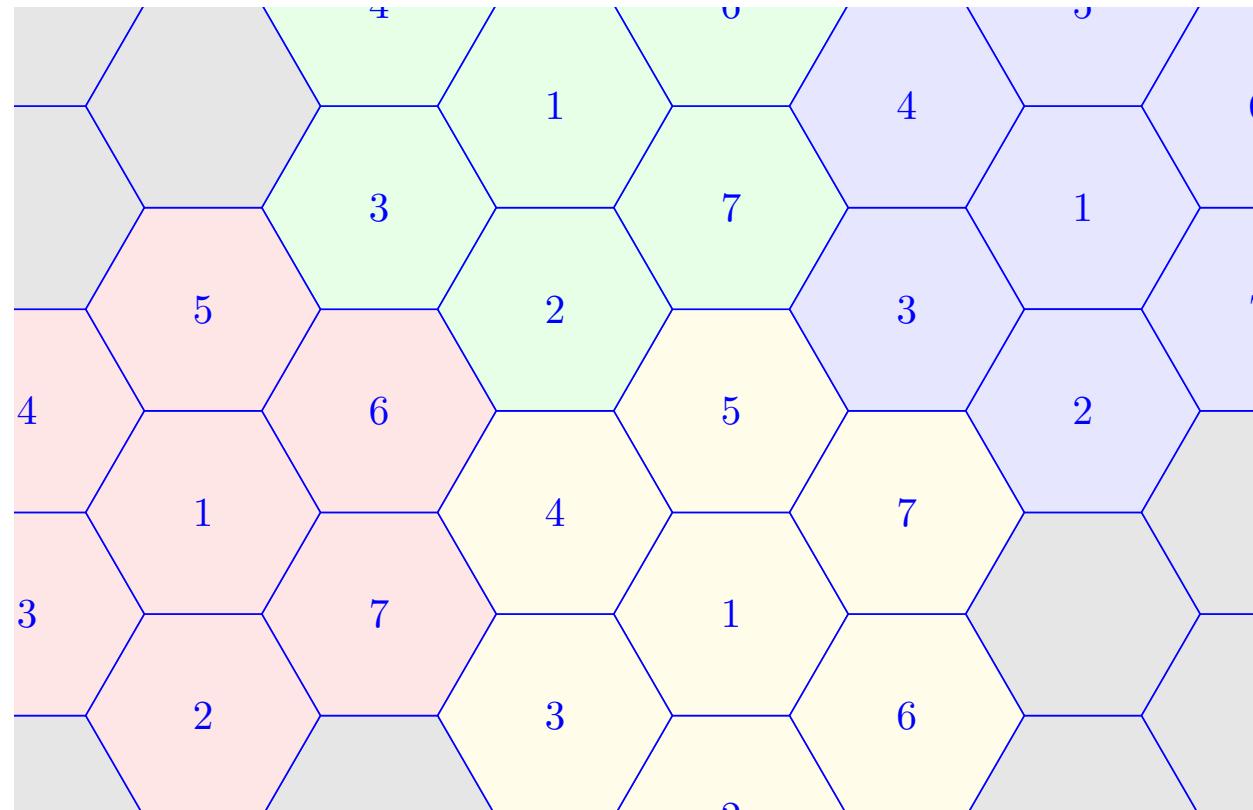
تعریف ۲

دیگر شبکه، اصطلاحا بازصرف فرکانسی گفته می‌شود.

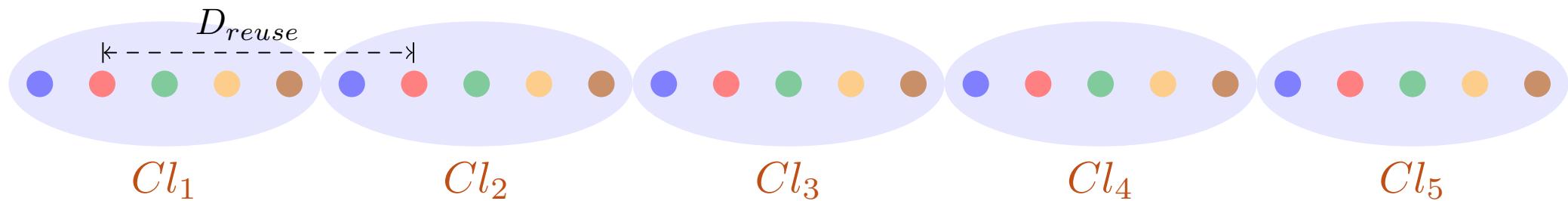


بازمصرف فرکانسی (Frequency Reuse) - تعریف (ادامه)

- مهمترین محدودیت در بحث بازمصرف فرکانسی، عدم استفاده مجدد از یک فرکانس، در سلول‌های مجاور است، چرا که این کار موجب رخداد تداخل بین دو سلول مجاور خواهد شد.
- بازمصرف فرکانسی یا استفاده مجدد از کانال تعیین‌کننده میزان تداخل، ظرفیت و میزان کارایی سلول است.



بازمصرف فرکانسی (Frequency Reuse) - حالت یک بعدی

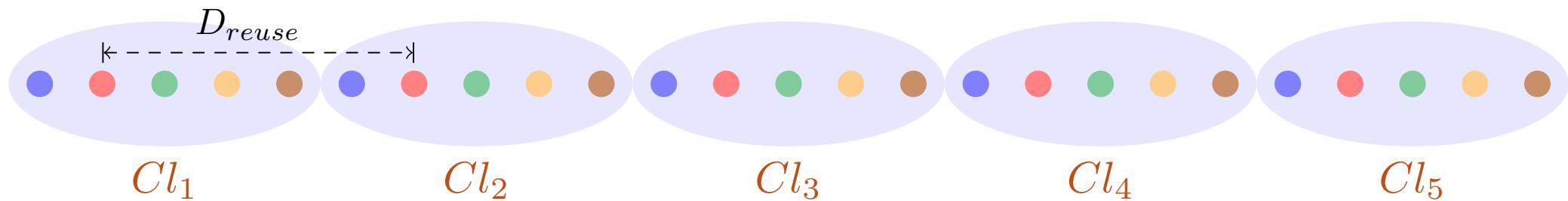


﴿ مدل یک بعدی، برای مدل سازی شبکه های تلفن همراه در بزرگراه ها مناسب است. ﴾

مثال ۱ فرض کنید که به یک شبکه GSM، $25 MHz$ پهنانی باند تخصیص داده شده است. ۲۵ سلول این

شبکه، به صورت خطی در طول یک بزرگراه نصب شده است.

بازمصرف فرکانسی (Frequency Reuse) - حالت یک بعدی (ادامه)



محاسبه تعداد کل حامل‌ها (Carrier) بدون استفاده از سازوکار بازمصرف فرکانسی:

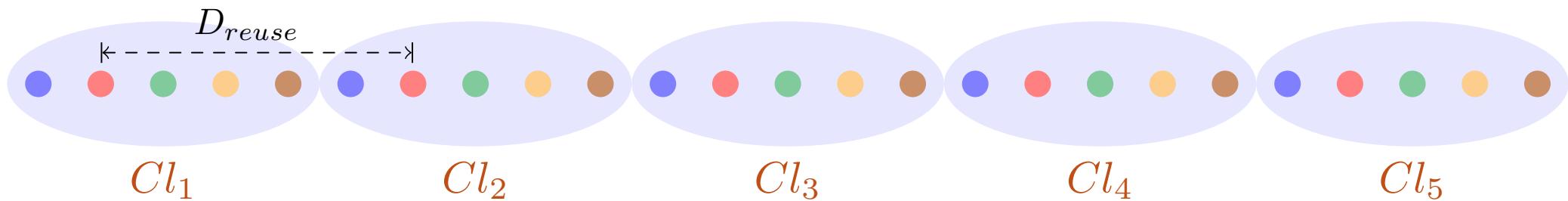
$$N = \frac{BW}{200 \text{ [kHz]}} \implies N = \frac{25 \times 1000 \text{ [kHz]}}{200 \text{ [kHz]}} = 125 \quad (1)$$

بدون استفاده از سازوکار بازمصرف فرکانسی، به هر سلول تعداد پنج حامل‌ها تخصیص می‌یابد.

$$\text{Cell}_{Freqnum} = \frac{N}{Cell_{num}} \implies Cell_{freqnum} = \frac{125}{25} = 5 \quad (2)$$

بیانگر تعداد سلول بدون بکارگیری سازوکار بازمصرف فرکانسی است.

بازمصرف فرکانسی (Frequency Reuse) - حالت یک بعدی (ادامه)



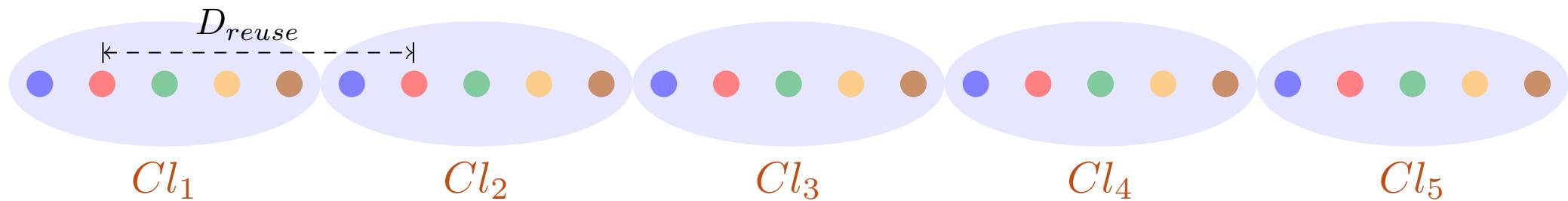
در هر حامل هشت شیار زمانی وجود دارد، به عبارت دیگر هر حامل هشت کanal فیزیکی را در برگرفته است.
پس در کل تعداد کل کanal‌های فیزیکی شبکه به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$CH_{num} = N \times TS \implies CH_{num} = 125 \times 8 = 1000 \quad (3)$$

محاسبه تعداد کanal‌های ترافیکی (Traffic Channel) وابسته به نحوه پیکربندی فرکانس‌های یک سلول دارد. فرض کنید که یک حامل در هر سلول برای کanal کنترلی کنار گذاشته شده است.

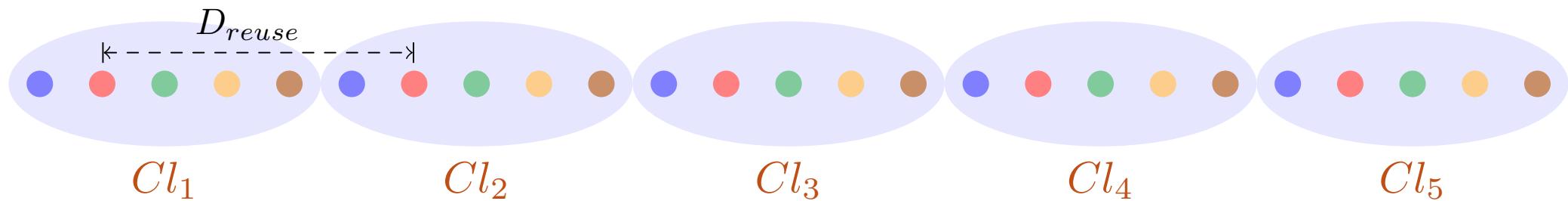
$$TCH_{num} = CH_{num} - SigCH_{num} = 1000 - 1 \times 25 \times 8 = 800 \quad (4)$$

بازمصرف فرکانسی (Frequency Reuse) - حالت یک بعدی (ادامه)



- اکنون فرض می کنیم که در شبکه یادشده، از سازوکار بازمصرف فرکانسی استفاده می کند. بدینسان پارامتر بازمصرف فرکانسی را برابر با پنج در نظر می گیریم.
- یعنی می توان به سلول های شبکه حامل های یکسانی را تخصیص داد به شرطی که بین هر دو سلول هم فرکانس چهار سلول با فرکانس های متفاوت وجود داشته باشد.

بازمصرف فرکانسی (Frequency Reuse) - حالت یک بعدی (ادامه)



با این توصیفات به هر سلول، تعداد ۲۵ حامل تخصیص می‌یابد.

$$Cell_{freqnum} = \frac{N}{Freqreuse} \implies \frac{125}{5} = 25 \quad (5)$$

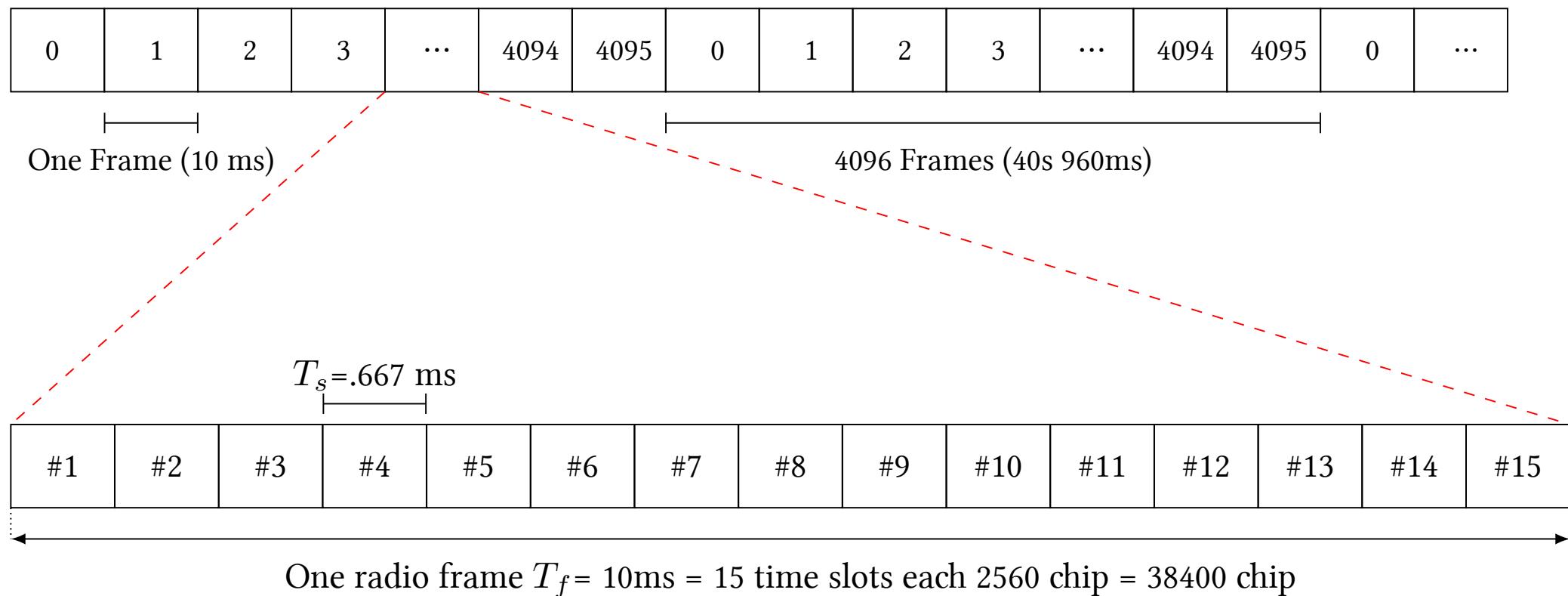
بدست آمده در رابطه ۳ در حالت بازمصرف فرکانسی، تنها تعداد کل کانال‌ها را برای یک گروه

می‌داند. لذا تعداد کل کانال‌های شبکه برابر است با:

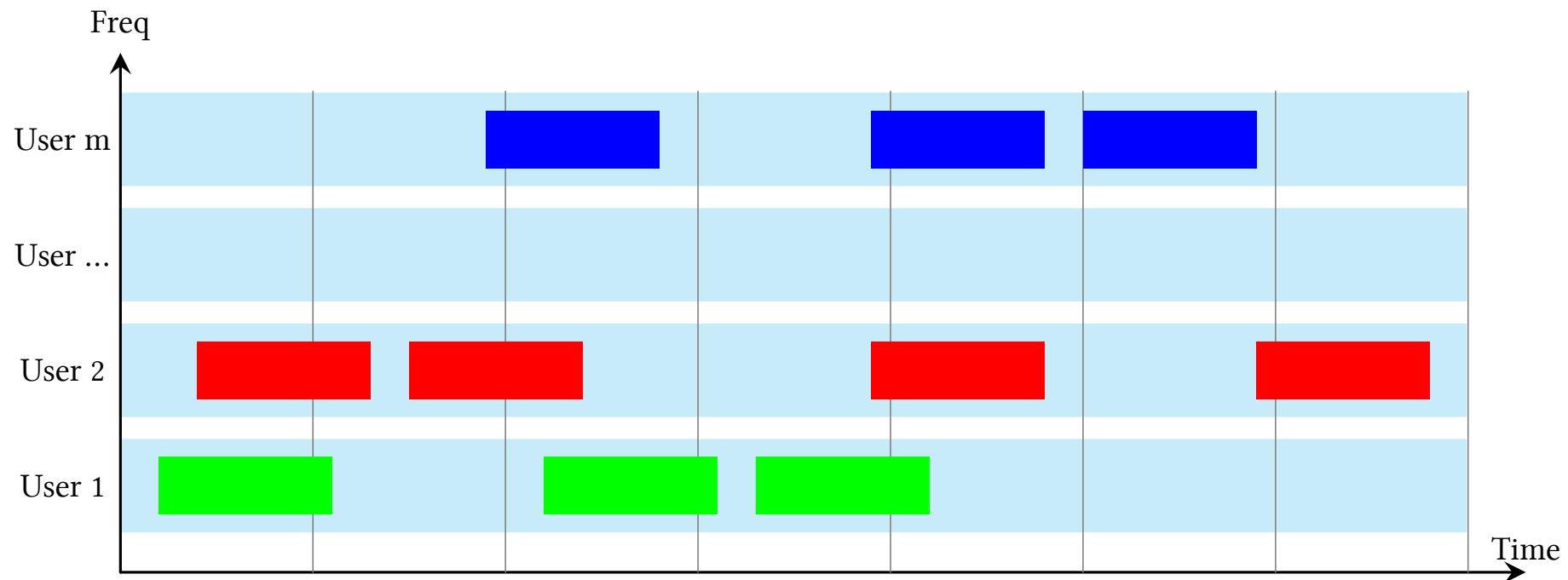
$$CH_{num} = N \times TS \times \frac{Cell_{num}}{Freqreuse} \implies CH_{num} = 125 \times 8 \times 5 = 5000 \quad (6)$$

Slotted FDMA

معمولاً سعی می‌شود زمان به تعدادی شیار زمانی (Time-Slot) تقسیم‌بندی شود.

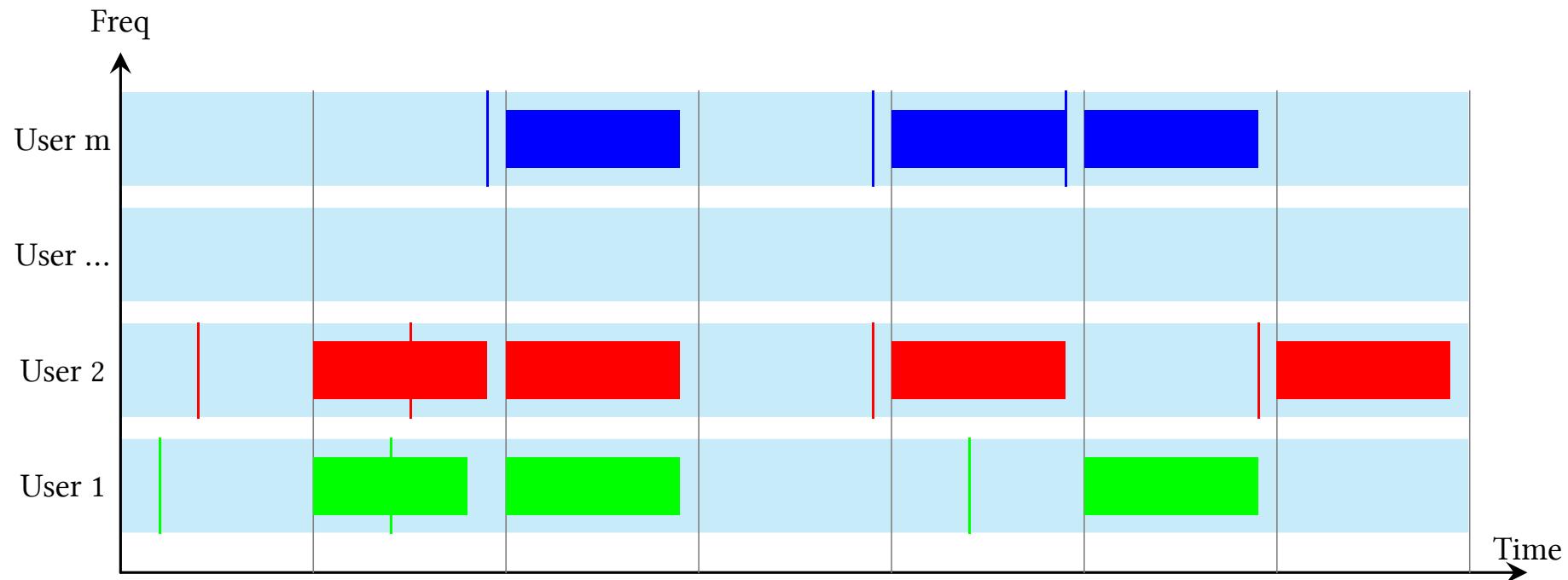


در FDMA به هر کاربر یک زیرحامل‌ها تخصیص داده می‌شود.

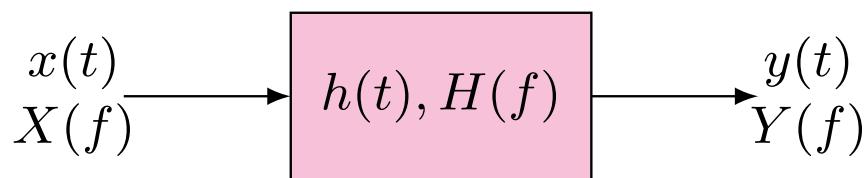


Slotted FDMA (ادامه)

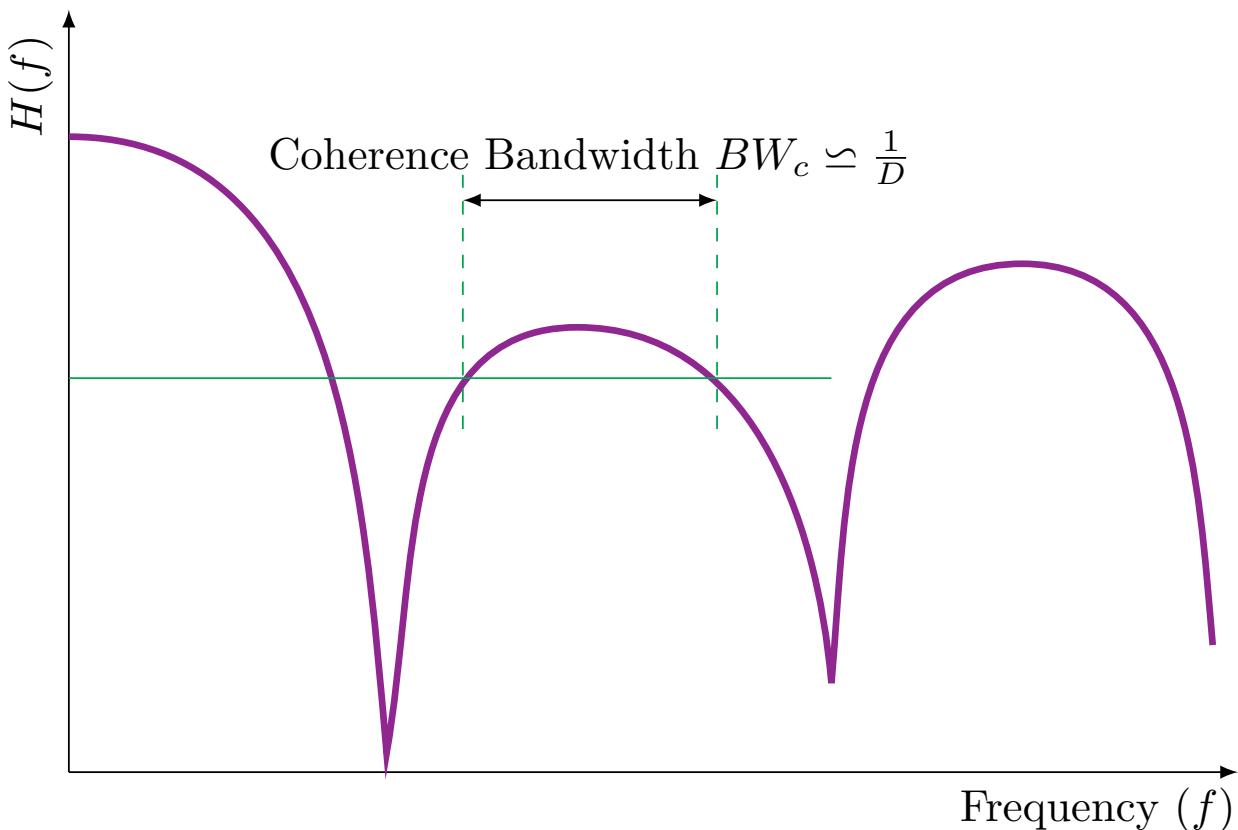
شیاردار (Slotted) FDMA همان سامانه‌های FDMA هستند، تنها با این تفاوت که در صورت وجود داده‌ای برای ارسال هر زمانی نمی‌توان ارسال را شروع کرد، ارسال فقط باید در ابتدای شیارهای زمانی سامانه باشد.



محوشدگی تخت و محوشدگی انتخابگر فرکانسی



$$y(t) = x(t) * h(t)$$
$$Y(f) = X(f)H(f)$$



دو نوع محوشدگی برحسب پهناهی باند سیگنال:

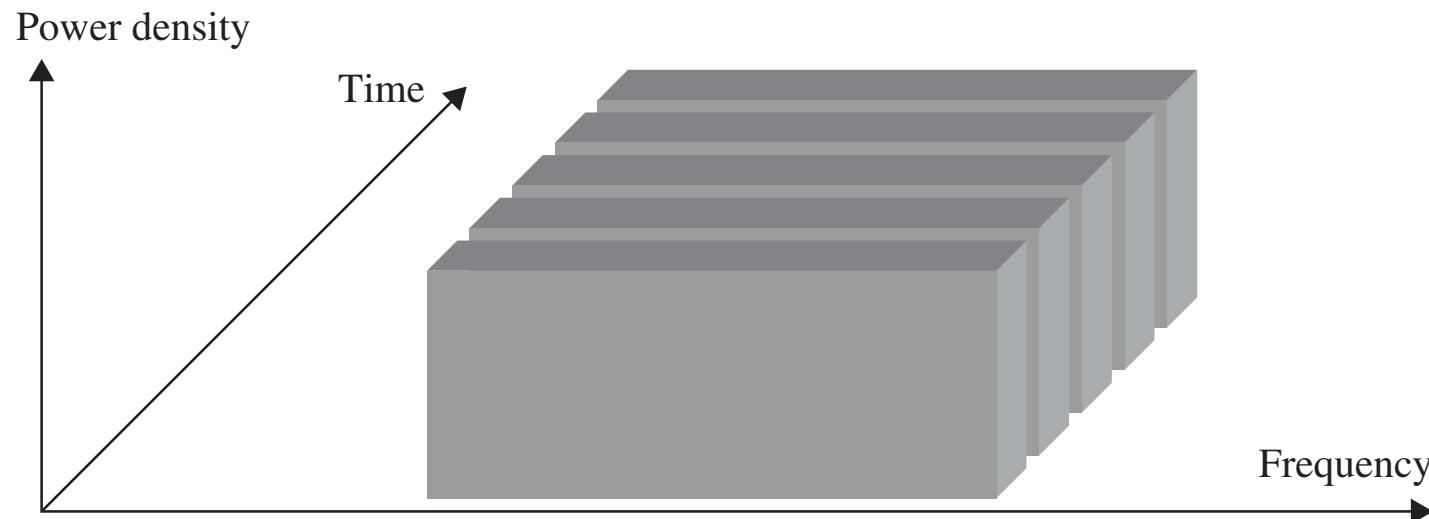
- محوشدگی تخت (Flat Fading)
- محوشدگی انتخابگر فرکانسی (Frequency Selective Fading)

- ☞ مهم‌ترین سودمندی FDM مقاومت آن نسبت به تداخل باریک‌باند (Narrowband Interference) و محوشدگی (Frequency Selective Fading) می‌باشد.
- ☞ اگر تعداد کاربران به حد کافی بزرگ باشد، با توجه به پهنای باند باریک، هر کاربر محوشدگی تخت (Flat Fading) را تجربه خواهد نمود.

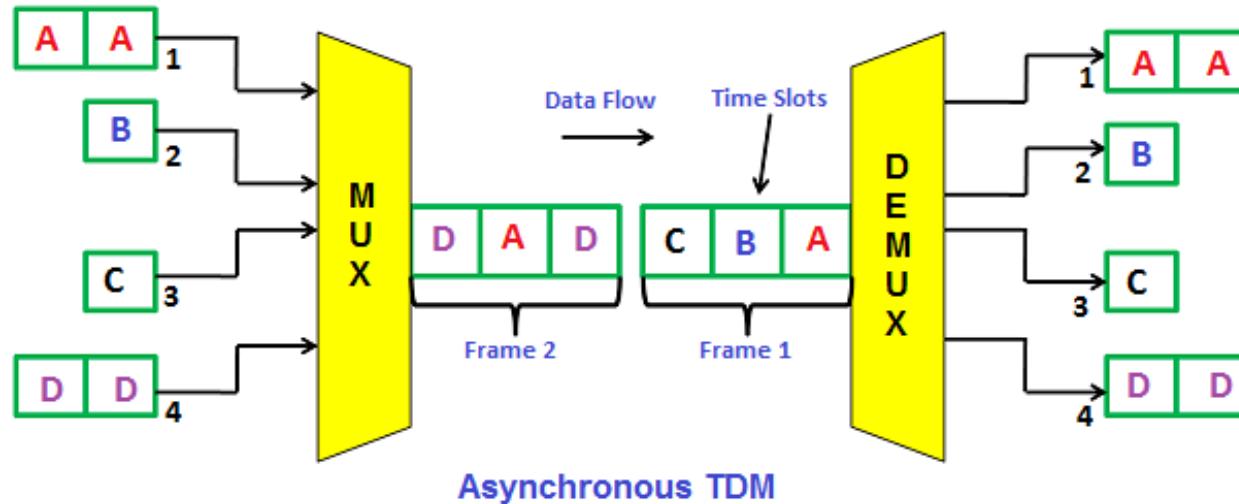
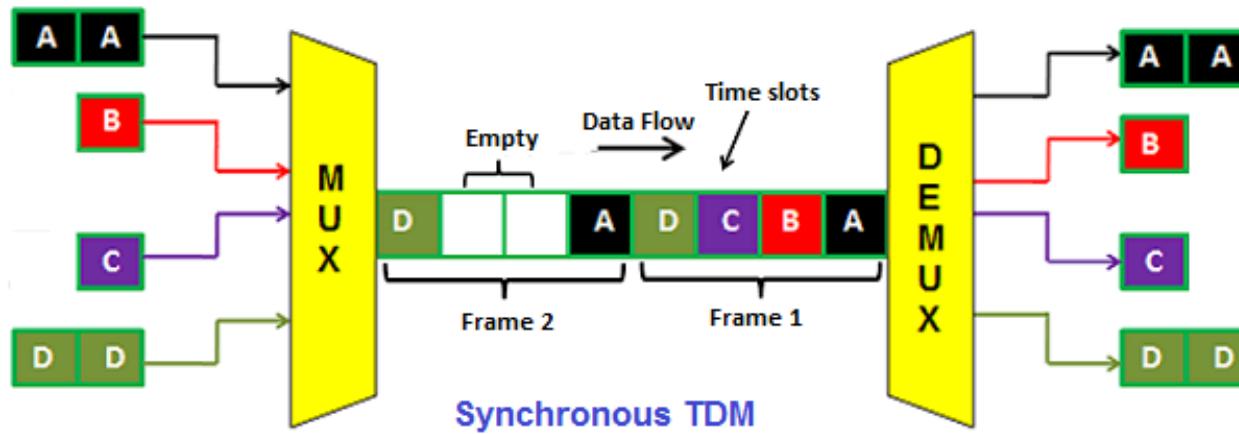
TDMA

روش‌های دسترسی چندگانه - TDMA

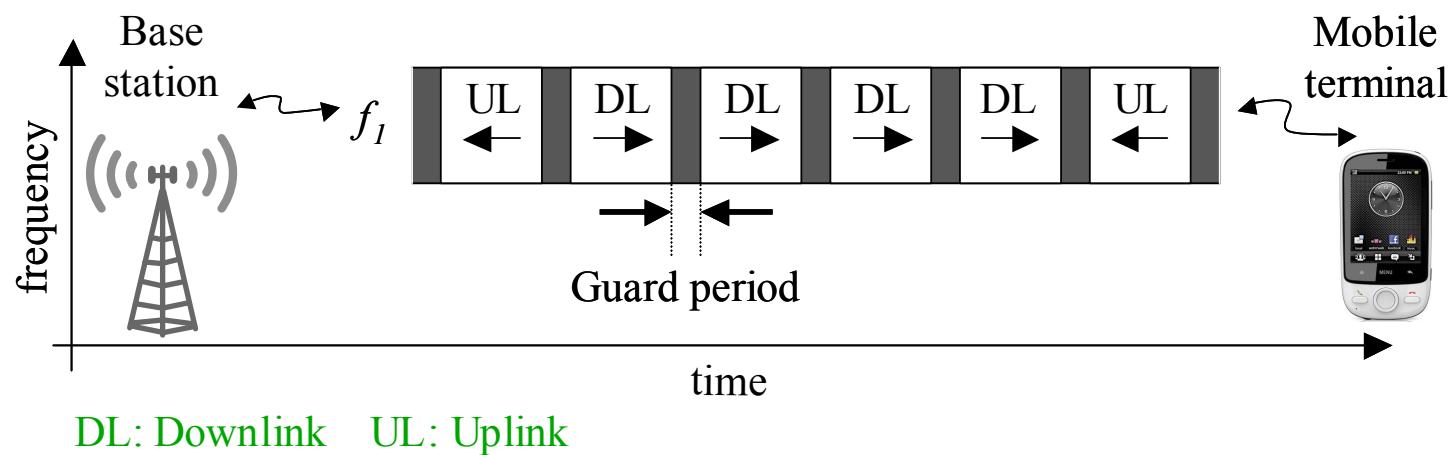
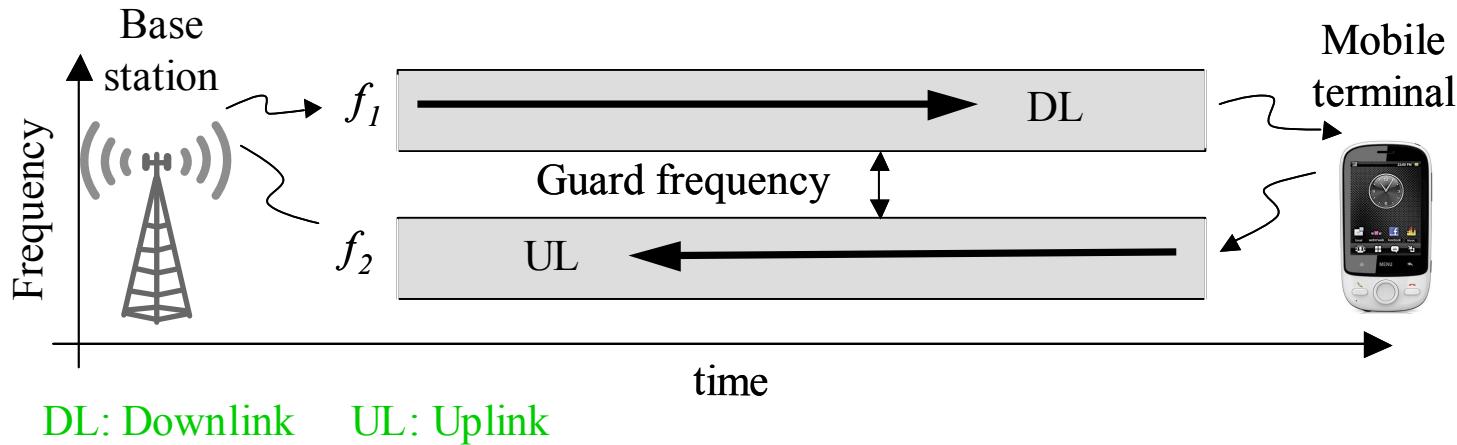
- در TDM (Time Division Multiplexing) زمان را به واحدهای کوچکتر تقسیم‌بندی می‌کنیم.
- استفاده برای حل چالش دسترسی چندگانه: TDMA (Time Division Multiple Access)
- به عنوان نمونه: شبکه‌های تلفن همراه 2G (خیلی مثالم دقیق نیست!!)



روش‌های دسترسی چندگانه - انواع TDMA



داشتن ارتباط دو جهتی (ادامه)



روش‌های دسترسی چندگانه - TDMA

- در TDMA نیاز به همزمان‌سازی (Synchronization) بین فرستنده و گیرنده وجود دارد.
- بهره‌وری (Utilization) پیوند (Link) در TDMA بیشتر از FDMA است، چراکه در TDMA از کل ظرفیت کanal استفاده نمی‌شود.
- پیاده‌سازی TDM راحت‌تر از FDM است.

تمرین اول

چرا فرکانس پیوند فروسو از فراسو در FDD بالاتر است؟ ایا این اتفاق در مخابرات ماهواره‌ای نیز به همین

صورت است؟

فرق بین TDD و FDD در چیست؟ تفاوت‌ها، مزایا و معایب نسبت به همدیگر

مقایسه بین FDMA و TDMA. تفاوت‌ها، مزایا و معایب نسبت به همدیگر



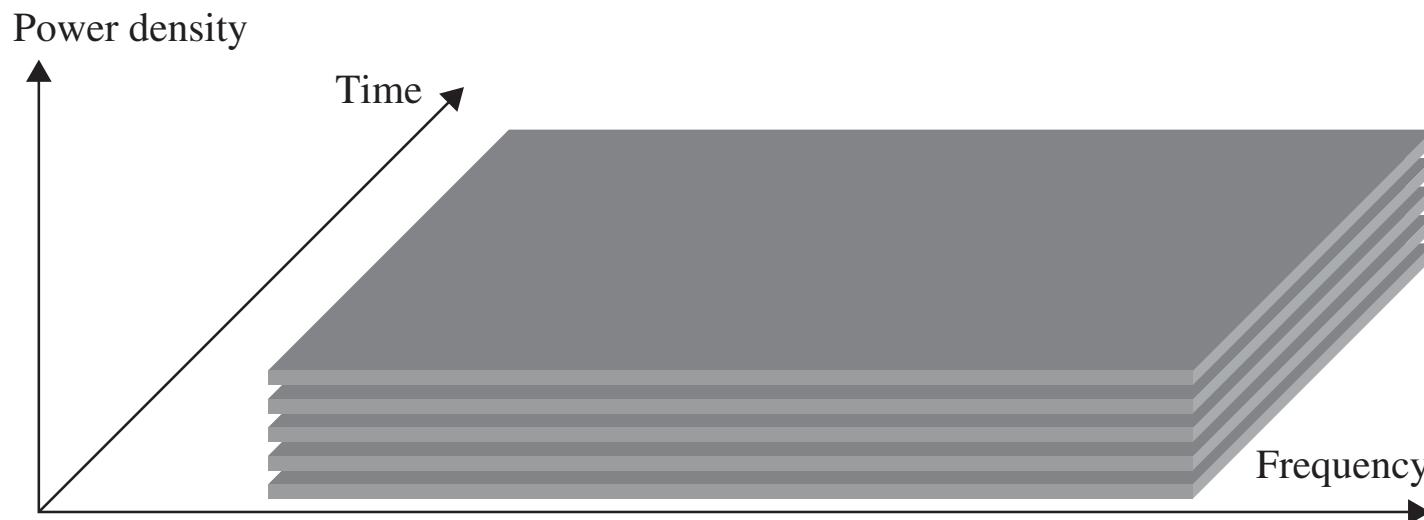
CDMA

روش‌های دسترسی چندگانه - CDMA (Code Division Multiple Access)

در CDM (Code Division Multiplexing) کاربر یک کد از مجموعه کدهای عمود برهم اختصاص می‌یابد، بعد از اختصاص این کد، کاربران می‌توانند بدون تداخل به تبادل اطلاعات مبادرت ورزند. در CDM در حقیقت توان سیگنال بین کاربران تسهیم می‌شود.

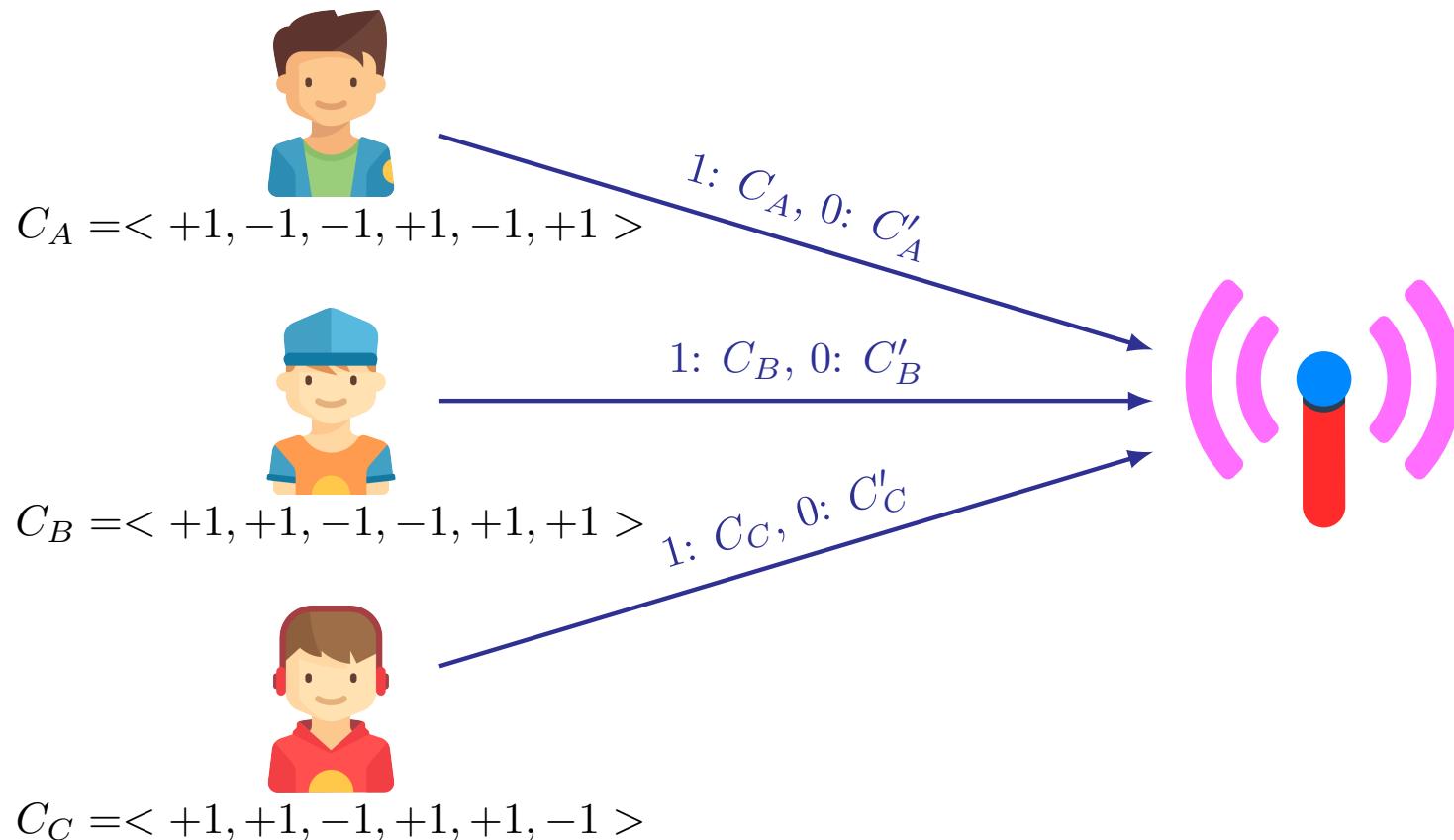
CDMA (Code Division Multiple Access): استفاده برای حل چالش دسترسی چندگانه.

- به عنوان نمونه: شبکه‌های تلفن همراه 3G.



روش‌های دسترسی چندگانه - CDMA (ادامه)

فرض کنید در یک شبکه می‌خواهیم سازوکار CDMA را بین سه کاربر A ، B و C ایجاد نماییم. در ابتدا شبکه به هر یک از این سه کاربر یک کد یکتا اختصاص می‌دهد.



در CDMA به هر کاربر یک کد از مجموعه کدهای متعامد تخصیص داد می‌شود. به عنوان مثال در اینجا سه کاربر داریم که کدهای زیر را به هر یک تخصیص داده‌ایم.

$$C_A = \langle +1, -1, -1, +1, -1, +1 \rangle$$

$$C_B = \langle +1, +1, -1, -1, +1, +1 \rangle$$

$$C_C = \langle +1, +1, -1, +1, +1, -1 \rangle$$

فرض کنید که A می‌خواهد بیت 1 را ارسال کند. A برای ارسال بیت 1 کد تخصیص یافته به خودش را ارسال می‌کند و برای ارسال 0 کد مکمل (Complement) کد تخصیص یافته را ارسال می‌کند. کد A برابر با $d = \langle +1, -1, -1, +1, -1, +1 \rangle$ بود، لذا برای ارسال بیت یک، A باید دنباله $\langle +1, -1, -1, +1, -1, +1 \rangle$ را ارسال کند. از آن طرف در سمت گیرنده (با فرض همزمانی بین فرستنده و گیرنده)، با فرض این که گیرنده

کد A را دارد، محاسبه زیر را انجام می‌دهد:

$$S_A(<+1, -1, -1, +1, -1, +1>) = 1 \times 1 + (-1) \times (-1) + (-1) \times (-1) + 1 \times 1 + (-1) \times (-1) + 1 \times 1 = 6$$

با کمی محاسبه می‌توان دریافت که در صورتی که A بیت صفر را ارسال کند، مقدار حاصل ضرب ورودی به کد گیرنده برابر با 6- می‌شود. خوب اکنون فرض کنید که B دنباله بیتی را تولید کند. مثلاً اگر B بخواهد بیت یک را بفرستد، آن‌گاه می‌بایست دنباله $1 - 1 + 1 - 1 + 1 + 1$ را می‌فرستاد. اگر گیرنده اشتباهها فکر کند که دنباله رسیده از B برای A بوده و آن را در کد A ضرب کند، با جواب صفر مواجه خواهد شد.

$$S_A(1, 1, -1, -1, 1, 1) = 1 \times 1 + 1 \times (-1) + (-1) \times (-1) + (-1) \times (-1) + (-1) \times 1 + 1 \times (-1) + 1 \times 1 = 0$$

اتفاق جالبی رخ داد. سیگنال‌هایی که از B می‌رسند اگر به عنوان این‌که از A می‌رسند آشکارسازی شوند، جواب خروجی برابر صفر است. به عبارت دیگر اگر کدگشا (Decoder) به صورت خطی باشد، و در یک زمان هم

اطلاعات A ارسال شود و هم B ، گیرنده A تنها داده‌های A را آشکارسازی می‌کند. یعنی:

$$S_A(s_A + s_B) = S_A(s_A) + S_A(s_B) = S_A(s_A)$$

اگر در همین مثال $S_B(c_A) = 0$ و $S_A(c_B) = 0$ باشد، به کدهای تخصیص داده شده به هر کاربر کدهای متعامد می‌گوییم.

تمرین دوم

کدهای متعامد چگونه تولید می‌شوند؟ نقش چند جمله‌های مولد در این میان چیست؟



در مورد مزایا و معایب CDMA نسبت FDMA و TDMA چیست؟



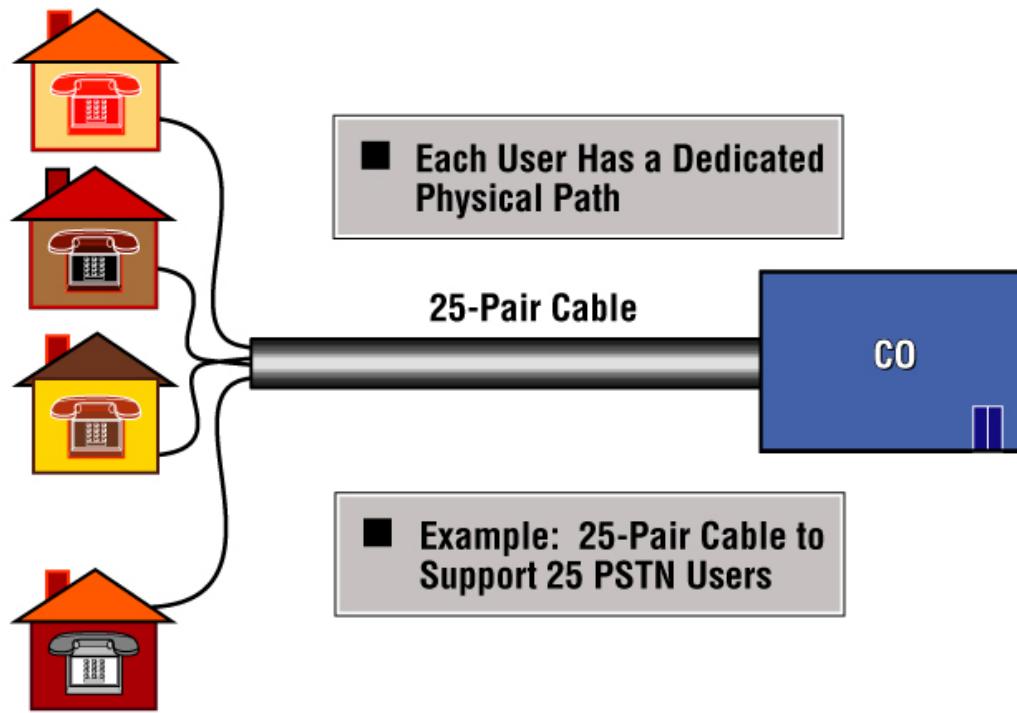
روش‌های دسترسی چندگانه - SDM (Space Division Multiplexing)

- ۱) اگر عملیات تسهیم را بر روی امواج ارسالی در فضا انجام دهیم به آن همتافتگری فضایی (Space Division) می‌گوییم.
- ۲) یک نمونه ساده‌ای از تسهیم‌بندی فضایی در شبکه‌های تلفن همراه انجام می‌گیرد. آنتن‌های شبکه‌های دست‌یابی رادیویی با تنظیم توان ارسالی به محدوده‌ای خاص که به آن سلول می‌گوییم، نمونه‌ای از تسهیم‌بندی فضایی را بکار می‌گیرند.

از تکنولوژی چند ورودی - چند خروجی (MIMO) می‌توان به عنوان تکنولوژی پیشرفته در زمینه تسهیم‌بندی فضایی اشاره کرد.

- هر یک از آنتن همان داده‌ای ارسال کند، که دیگری ارسال می‌کند. گیرنده با مقایسه سیگنال دریافتی می‌تواند با این روش به اصلاح خطأ بپردازد.
- هر یک از آنتن‌ها قسمتی از بیت‌های اطلاعات را بفرستند. با استفاده از این روش نرخ ارسال فرستنده می‌تواند افزایش یابد.
- آنتن‌های فرستنده به گونه‌ای عمل کنند، که تمامی امواج به صورت یک شعاع به سمت گیرنده ارسال شود. بدین طریق کاربران دیگر می‌توانند از همان پهنانی باند استفاده مجدد بکنند.

روش‌های دسترسی چندگانه - SDM (ادامه)



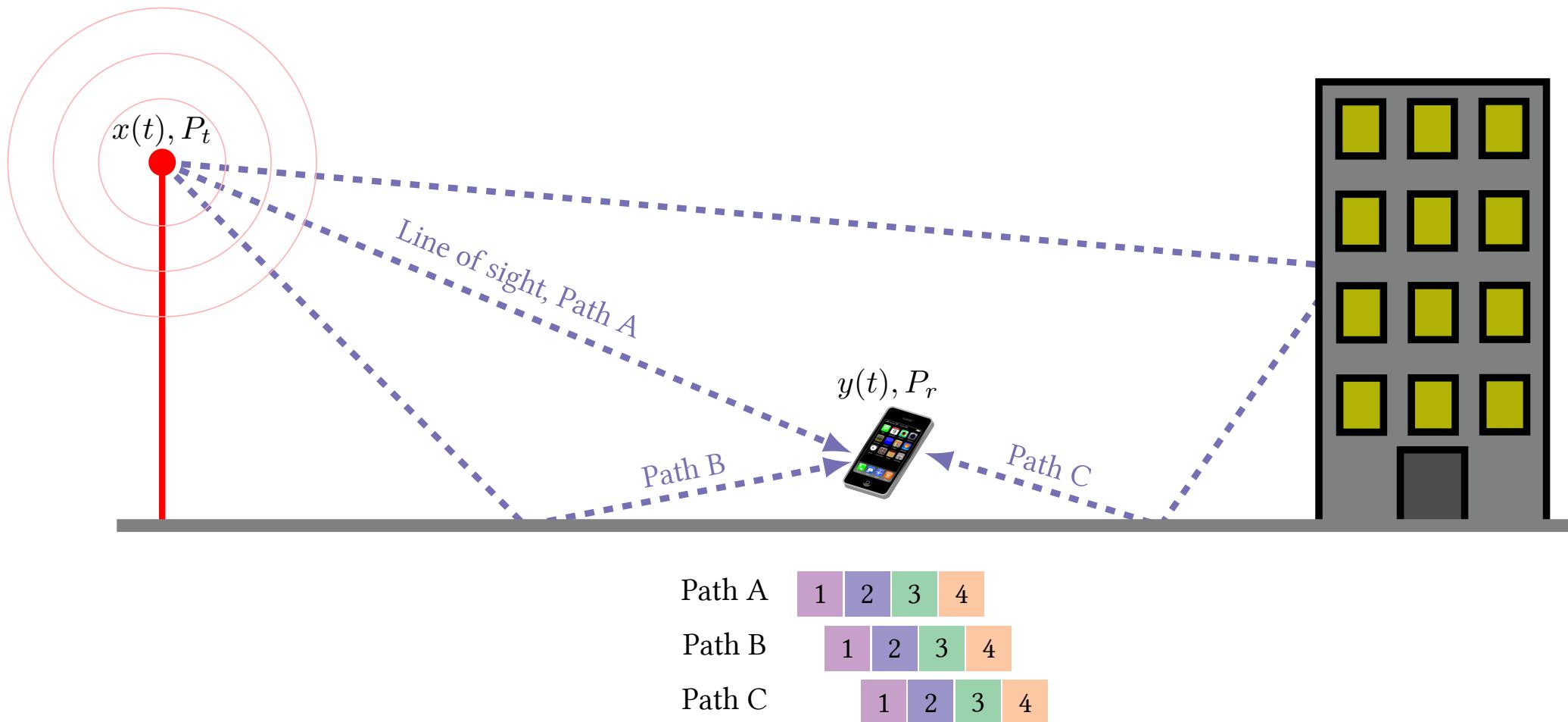
شکل ۱: تکنیک SDM در شبکه‌های سیمی

شکل ۱ نمونه‌ای از SDM را در شبکه‌های سیمی نمایش می‌دهد. هر کابل تلفن خود از ده‌ها کابل تشکیل شده است که هر کابل تشیکل یک خط تلفن را می‌دهد.

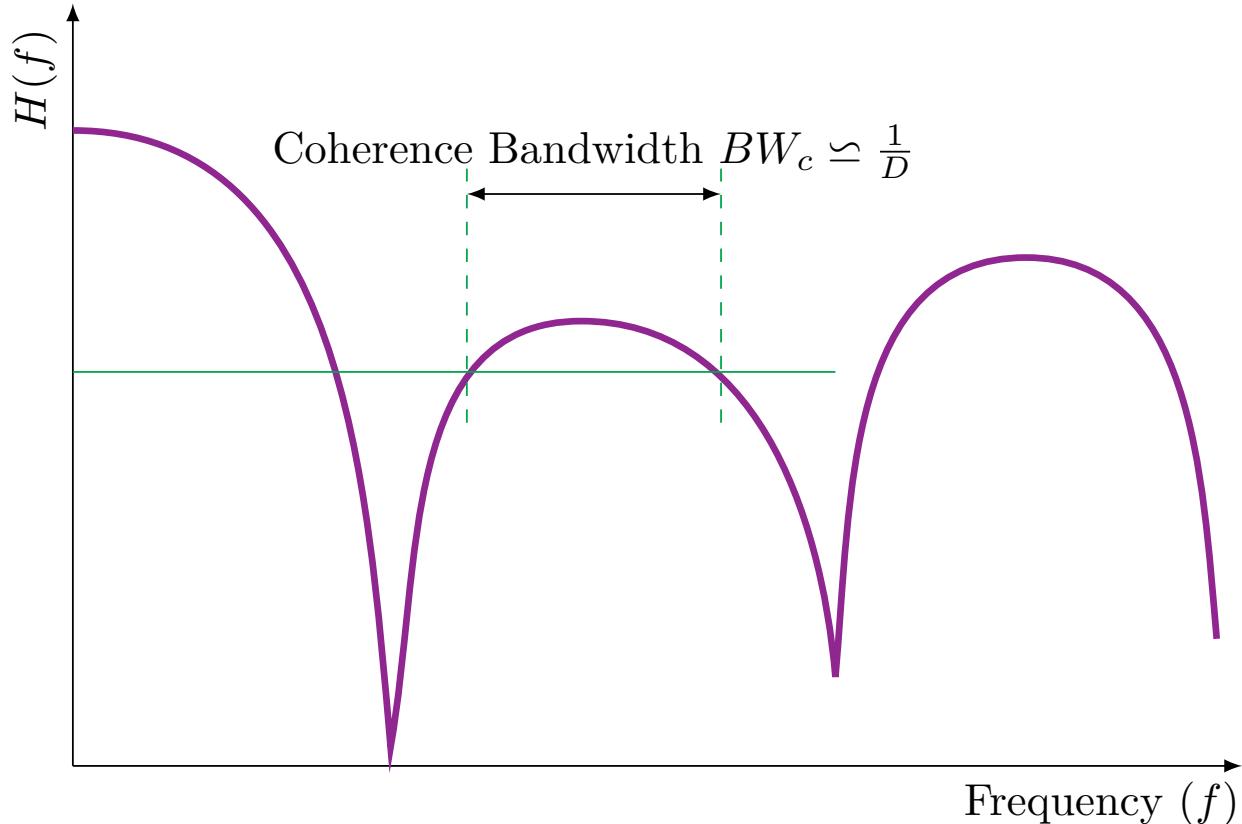
OFDMA

اثرات (Multipath) - چندمسیری Small-scale

- یکی از اثرات مخرب چندمسیری ISI (Intersymbol Interference) بحث Multipath (چندمسیری) است.
- این اتفاق هنگامی جدی‌تر است که نرخ داده (Data Rate) بالا باشد.



پهنهای باند همدوسی (Coherence Bandwidth)



دو نوع محوشدگی (Fading)

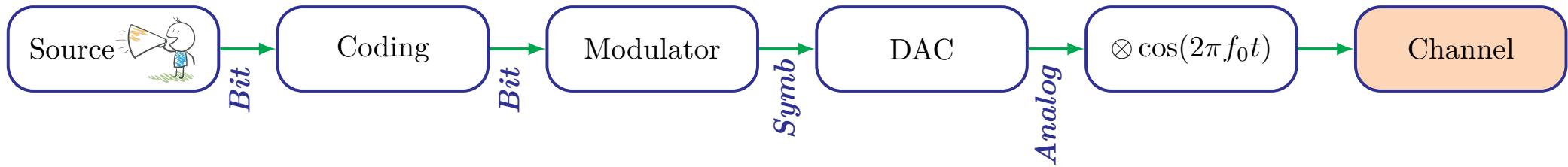
بر حسب پهنهای باند سیگنال:

- محوشدگی تخت (Flat Fading)

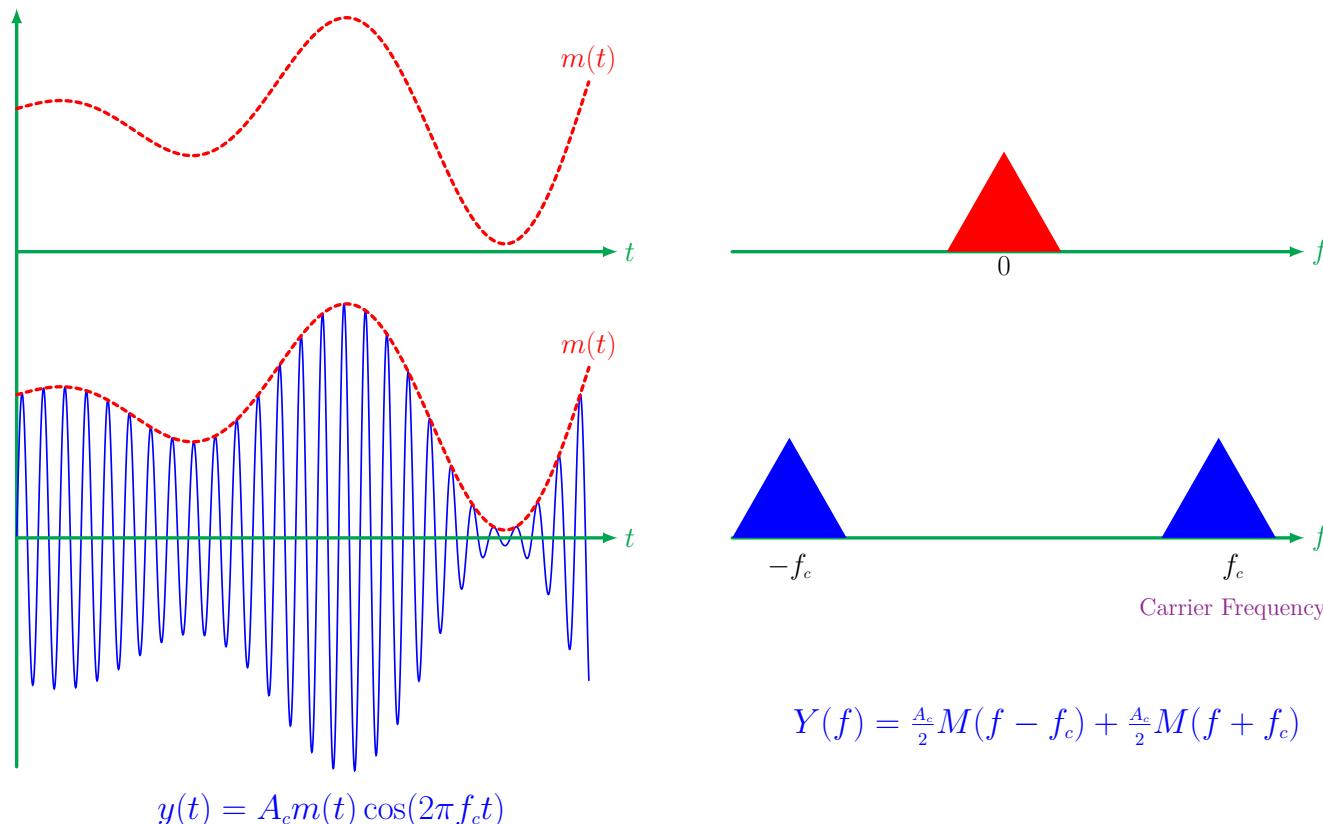
- محوشدگی انتخابگر فرکانسی (Frequency Selective Fading)

این مشکل زمانی جدی‌تر است که پهنهای باند (Bandwidth) سیگنال زیاد باشد.

مخابرات تک حامله (Single Carrier Communication)

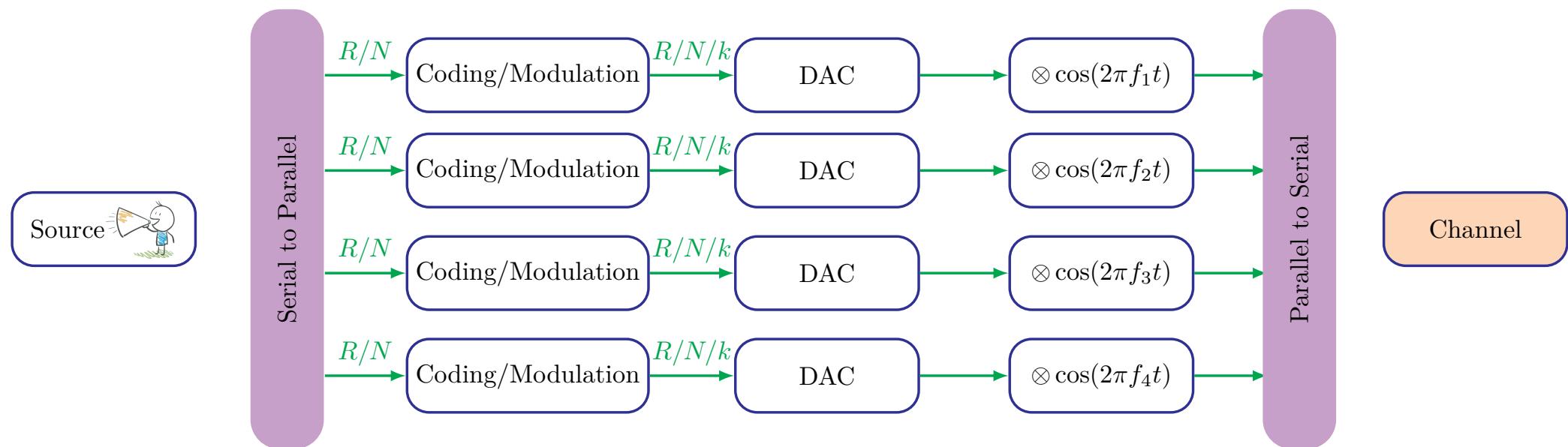


در مخابرات تک حامله تمام اطلاعات با یک سیگنال کسینوسی با فرکانس مشخص ارسال می شود.



مخابرات چند حامله (Multi Carrier Communication)

در این حالت فرستنده سیگنال خود را به چند بخش تقسیم می‌کند و اطلاعات هر بخش را با یک سیگنال کسینوسی با فرکانس حامل مشخص ارسال می‌کند.



مخابرات چند حامله (ادامه) (Multi Carrier Communication)

ساده‌ترین روش مخابرات چند حامله، روش FDM است. در گذشته در صنایع نظامی به این روش اصطلاحاً  گفته می‌شد. Multi tone

نکته

با کاهش پهنای باند سیگنال، کanal مخابراتی برای هر یک از بخش‌های سیگنال مانند کanal محوشونده تخت خواهد بود. اگر پهنای باند سیگنال ارسالی کمتر از پهنای باند همدوس کanal باشد، کanal محوشونده تخت می‌باشد.

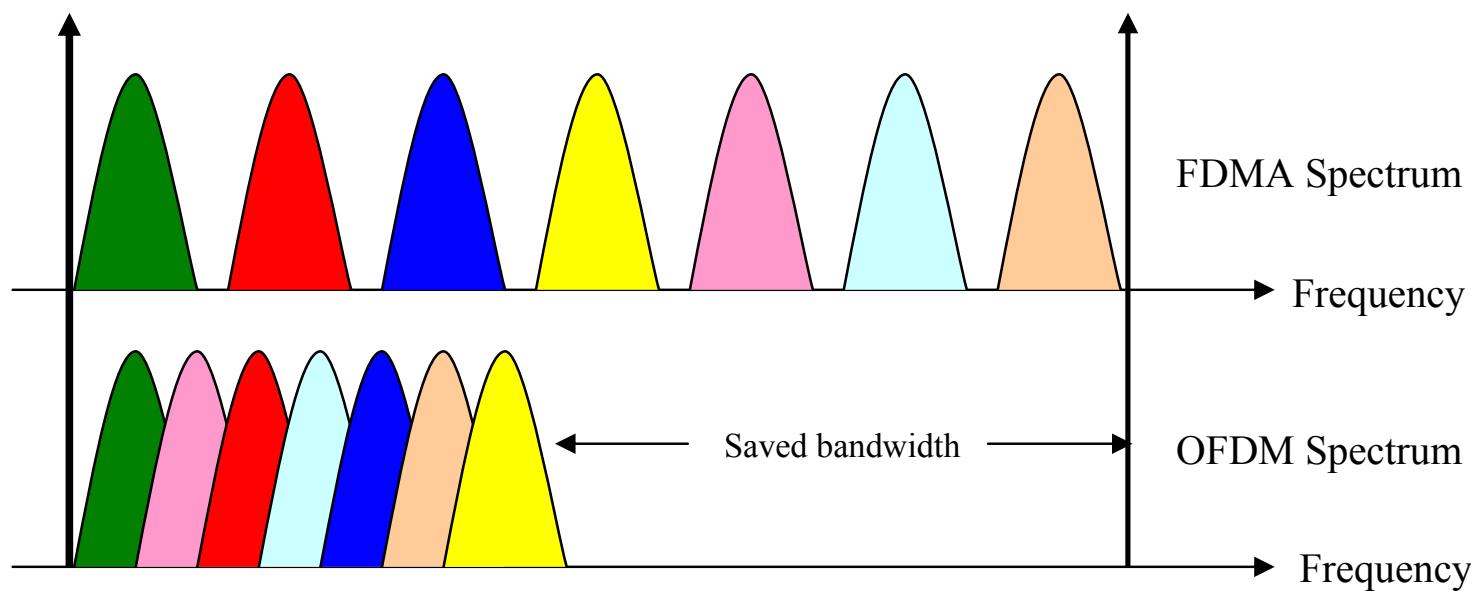


روش‌های دسترسی چندگانه - OFDMA

. OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)  یک نسخه توسعه‌یافته FDM است.

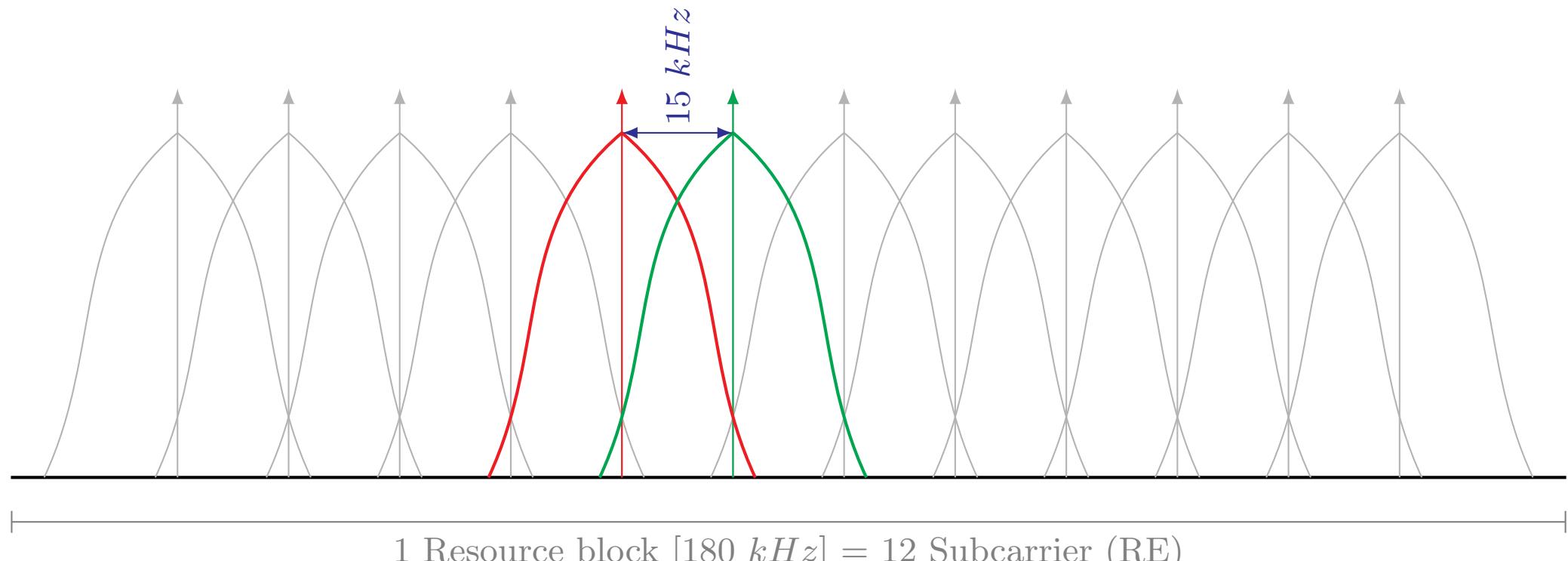
: OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)  استفاده در دسترسی چندگانه.

• به عنوان نمونه: شبکه‌های تلفن همراه 4G

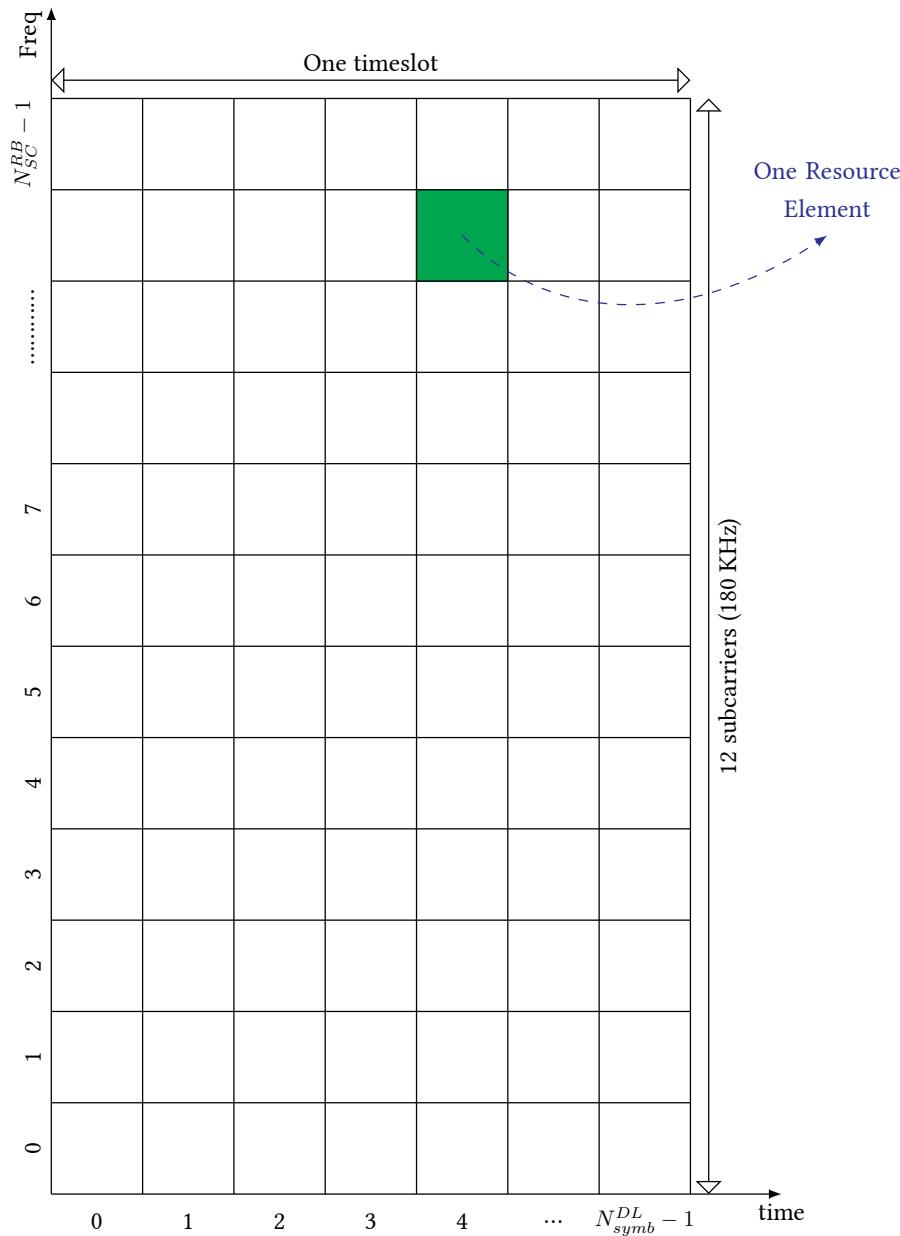


قالب منبع (Resource Block) در LTE

به عنوان نمونه در LTE هر زیرحامی پهنازی باندی برابر با 15kHz دارند. فاصله بین هر حامل نیز 15kHz است.



قالب منبع (Resource Block) در LTE (ادامه)



RandomAccess

دسته پروتکل های دسترسی تصادفی

ALOHA: فرستنده ها هر زمان که می خواهند می توانند داده خود را ارسال کنند، اگر تصادم رخداد چی؟
CSMA (Carrier Sense Multiple Access): فرستنده قبل از ارسال، می بایست کanal را چک کند.

CSMA/CD

CSMA/CA

تمرین



در مورد تمایز بین CSMA/CA و CSMA/CD تحقیق کنید.

مراجع

فهرست اختصارات

A

AM Amplitude Modulation

C

CDM Code Division Multiplexing

CDMA Code Division Multiple Access

CSMA Carrier Sense Multiple Access

F

- FDD Frequency Division Duplex
- FDM Frequency Division Multiplexing
- FDMA Frequency Division Multiple Access
- FM Frequency Modulation

G

- GSM Global System for Mobile Communication

I

ISI Intersymbol Interference

L

LAN Local Area Network

LLC Logical Link Control

LTE Long Term Evolution

M

MAC Medium Access Control

MIMO Multiple Input Multiple Output

O

OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplexing

OFDMA Orthogonal Frequency Division Multiple Access

S

SDM Space Division Multiplexing

T

TDD Time Division Duplex

TDM Time Division Multiplexing

TDMA Time Division Multiple Access

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

C

Capacity ظرفیت Capacity مجاور

Carrier حامل

Cell سلول

Channel کانال

Channel Reuse استفاده مجدد از کانال Bandwidth پهنه‌ای باند

Coherence Bandwidth پهنه‌ای باند همدوسری

Collision تصادم

A

B

Dedicated Channel	کanal اختصاصی	Complement	مکمل
Downlink	پیوند فروسو	Configuration	پیکربندی
Duplexing	دو جهتی	Conflictfree	بدون رقابت
Dynamic	پویا	Contentionbased	مبتنی بر رقابت
		Control Channel	کanal کنترلی

F

Fading	محوشدگی	D	
Fairness	عدالت	Data Link Layer	لایه پیوند داده
Flat Fading	محوشدگی تخت	Data Rate	نرخ داده
Frequency Reuse	بازصرف فرکانسی	Decoder	کدگشای

I

محوشدگی انتخابگر فرکانسی . Frequency Selective

Interference

داخل

Fading

دو طرفه همگاه .. Full Duplex ..

L

Link

پیوند ..

G

Logical

منطقی ..

باند محافظ .. Guard Band ..

M

Medium

رسانه ..

H

دو طرفه ناهمگاه .. Half Duplex ..

N

Narrowband Interference تداخل باریک‌باند

دسترسی به رسانه Medium Access

مخابرات چند حامله Multi Carrier

P

Performance کارایی

چند مسیری Multipath

Physical Channel کanal فیزیکی

دسترسی چندگانه Multiple Access

کنترل دسترسی چندگانه Multiple Access Control

R

Random Access دسترسی تصادفی

همتافتگری Multiplexing

همتافتگر Multiplexer

Space Division Multiplexing	همتافتگری فضایی .	Resource	منبع
Static	ایستان	Resource Block	قالب منبع
Sub Carrier	زیر حامل	Reuse	استفاده مجدد
Synchronization	هم زمان سازی		
		S	
T			
Time-Slot	شیار زمانی	Shared Medium	رسانه مشترک
Traffic Channel	کanal ترافیکی	Single Carrier	مخابرات تک حامله
			Communication
		Slotted	شیار دار

U

پیوند فراسو Uplink

کاربر User

بهره‌وری Utilization

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

Guard Band باند محافظ ۱

Conflictfree بدون رقابت Reuse استفاده مجدد ۲

Utilization بهره‌وری Channel Reuse استفاده مجدد از کanal ۳

Static ایستان ۴

پ

Dynamic پویا ۵

Coherence Bandwidth پهنازی باند همدوسوی Frequency Reuse بازمصرف فرکانسی ۶

Bandwidth	پهنای باند
Configuration	پیکربندی
ج	
Multipath	چندمسیری
Link	پیوند
Uplink	پیوند فراسو
Downlink	پیوند فروسو
ح	
Carrier	حامل
ت	
Interference	تداخل
Narrowband Interference	تداخل باریک باند
Collision	تصادم
Medium Access	دسترسی به رسانه

Random Access	دسترسی تصادفی
Scheduled	دسترسی چندگانه
Sub Carrier	دو جهتی
Duplexing	دو طرفه ناهمگاہ
Half Duplex	دو طرفه همگاہ
Full Duplex	دو طرفه همگاہ
سلول	ر
Cell	رسانه
ش	ش
شیار زمانی	رسانه مشترک
Time-Slot	Medium
Slotted	Shared Medium
شیاردار	دانشگاه علم و صنعت - دانشکده کامپیوتر

ظ

Performance کارایی Capacity ظرفیت

User کاربر

Channel کanal

ع

Dedicated Channel کanal اختصاصی

Fairness عدالت

Traffic Channel کanal ترافیکی

Physical Channel کanal فیزیکی

ق

Control Channel کanal کنترلی

Decoder کدگشا

Resource Block قالب منبع

کنترل دسترسی چندگانه Frequency Selective Multiple Access Control محوشدگی انتخابگر فرکانسی.

Fading

محوشدگی تخت Flat Fading

مخابرات تک حاملہ Single Carrier

Communication

مخابرات چند حاملہ Multi Carrier

Communication

مکمل Complement

منبع Resource

منطقی Logical

لایه پیوند داده Data Link Layer

مبتنی بر رقابت Contentionbased

مجاور Adjacent

محوشدگی Fading

ن

نرخ داده Data Rate

۵

همتافتگر Multiplexer

همتافتگری Multiplexing

همتافتگری فضایی Space Division Multiplexing .

همزمانسازی Synchronization