



دانشکده مهندسی کامپیوتر

انتقال داده‌ها

پاییز ۱۴۰۰

تمرین فصل چهارم

دسترسی چندگانه

آخرین ویرایش ۱ بهمن ۱۴۰۰ در ساعت ۲۳ و ۱۷ دقیقه

استاد درس دکتر دیانت

نام علی صدیقی

شماره دانشجویی ۹۷۵۲۱۳۷۸

فهرست مطالب

۱	تمرین اول	۲
۱.۱	فرکانس پیوند فرسو و فراسو در FDD	۲
۲.۱	تفاوت TDD و FDD	۲
۳.۱	مقایسه TDMA و FDMA	۴
۲	تمرین دوم	۷
۱.۲	تولید کدهای متعامد	۷
۲.۲	مزایا و معایب CDMA	۱۱
۳	تمایز CSMA، CSMA/CD و CSMA/CA	۱۳
۴	منابع	۱۶

۱ تمرین اول

۱.۱ فرکانس پیوند فروسو و فراسو در FDD

تولید موج و انتقال سیگنال با فرکانس بالا نیازمند توان و برق بیشتر در Transmit Amplifier است. در مخابرات زمینی که هم فرستنده و هم گیرنده روی زمین قرار دارند، توان و برق بیشتری در اختیار آنتن فرستنده است زیرا با یک دکل و آنتن بزرگ در طرف هستیم که متصل به برق شهری است. هر چه توان و برق بیشتری در اختیار باشد می‌توانیم فرکانس بالاتری ایجاد کنیم. پس در مخابرات زمینی فرکانس پیوند فروسو بیشتر از فراسو است. همچنین در سمت کاربر ما با یک تلفن، لپتاپ و ... با توان کم در طرف هستیم زیرا به یک منبع تغذیه محدود مانند باتری متصل است و نمی‌تواند فرکانس بالایی تولید کند، پس فرکانس پیوند فراسو کم می‌باشد.

در مخابرات ماهواره‌ای اما سیگنال‌ها بایستی از جو عبور کنند و فاصله زیادی را طی کنند. این موارد باعث می‌شود پدیده میرایی با شدت بیشتری رخ دهد. سیگنال‌هایی که دارای فرکانس پایین هستند توسط جو منعکس می‌شوند و نمی‌توانند از جو نفوذ کنند و به ماهواره برسند. به همین دلیل بایستی فرکانس در پیوند فراسو بیشتر شود. بنابراین در مخابرات ماهواره‌ای فرکانس پیوند فراسو می‌تواند بیشتر از فرکانس پیوند فروسو باشد. در واقع در این نوع مخابرات با یک ماهواره و یک دکل بزرگ روی زمین در طرف هستیم زیرا ایجاد فرکانس بالا در گوشی انرژی زیادی نیاز دارد. و ارتباط میان کاربر و ماهواره با واسطه شکل می‌گیرد.

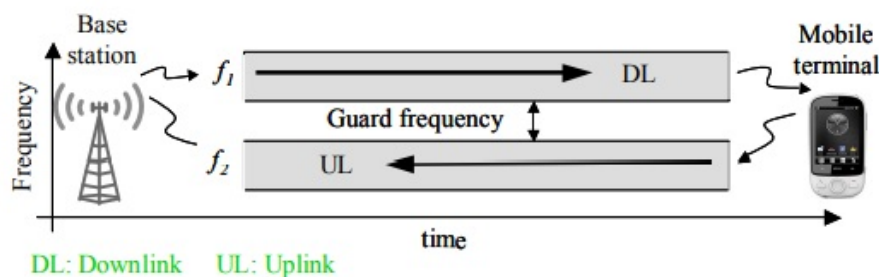
۲.۱ تفاوت FDD و TDD

در Frequency Division Duplexing ارتباط دو جهتی در کانال ارتباطی با در نظر گرفتن دو فرکانس متفاوت برای پیوندهای Up-link و Down-link صورت می‌گیرد. این دو پیوند می‌توانند همزمان داده را در دو جهت انتقال دهند پس یک روش Full-Duplex است.

- ارسال و دریافت به صورت همزمان در دو فرکانس متفاوت صورت می‌گیرد و رفتار فرکانسی کانال در این دو جهت متفاوت است.

- ظرفیت دو پیوند فراسو و فروسو ثابت است زیرا فرکانس مشخصی به هر کدام داده شده است و امکان تغییر ظرفیت به صورت پویا وجود ندارد.

- نیازمند باند محافظ (Guard Band) است تا از تداخل فرکانس دو پیوند جلوگیری کند.
- نیازمند Diplexer پیچیده است و در کل روش پیچیده‌تری نسبت به روش زمانی است.
- استفاده از این روش در کنار روش MIMO بسیار پیچیده است.
- استفاده از این روش در آنتن‌های خاص منظوره پیچیده است.

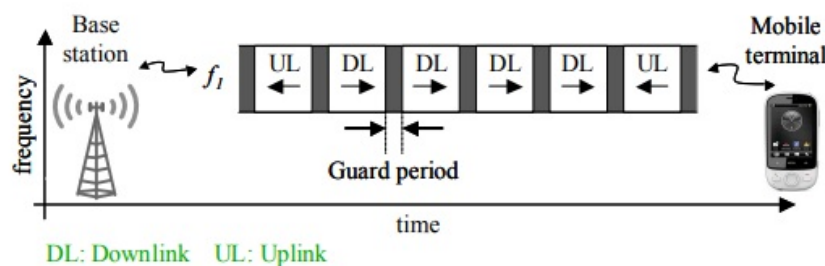


شکل ۱: FDD

در Time Division Duplexing ارتباط در کانال دیگر با در نظر گرفتن دو فرکانس متفاوت صورت نمی‌گیرد بلکه هر دو پیوند دارای یک باند فرکانسی هستند. استفاده از این دو پیوند از این کانال در زمان‌های متفاوت صورت می‌گیرد. دو پیوند فروسو و فراسو نمی‌توانند در یک زمان و به صورت همزمان از کانال استفاده کنند و زمان‌های مشخصی برای هر پیوند در نظر گرفته شده است پس یک روش Half-Duplex است. از این روش می‌توان به صورت همگام (Synchronous) و ناهمگام (Asynchronous) استفاده کرد.

- فرکانس دو پیوند یکسان است، پس رفتار فرکانسی کانال یکسان است.
- نسبت ظرفیت دو پیوند را می‌توان به صورت پویا تغییر داد و به بهره‌وری بهتری رسید.
- نیازمند دوره تناوب محافظ (Guard Period) است تا از تداخل زمانی دو پیوند جلوگیری کند.
- نیازمند Diplexer ساده‌تری است و در کل روش ساده‌تری نسبت به روش فرکانسی است.
- هزینه ساخت و پیاده‌سازی کمتری دارد.

- نیازمند زمان‌بندی و هماهنگی دقیق است تا اسلات‌های زمانی با هم تداخل نداشته باشند و همچنین کانال بیکار نماند.
- استفاده از این روش در آنتن‌های خاص منظوره ساده‌تر است.
- هم به صورت متقارن و هم نامتقارن می‌توان آن را پیاده‌سازی نمود.



شکل ۲: TDD

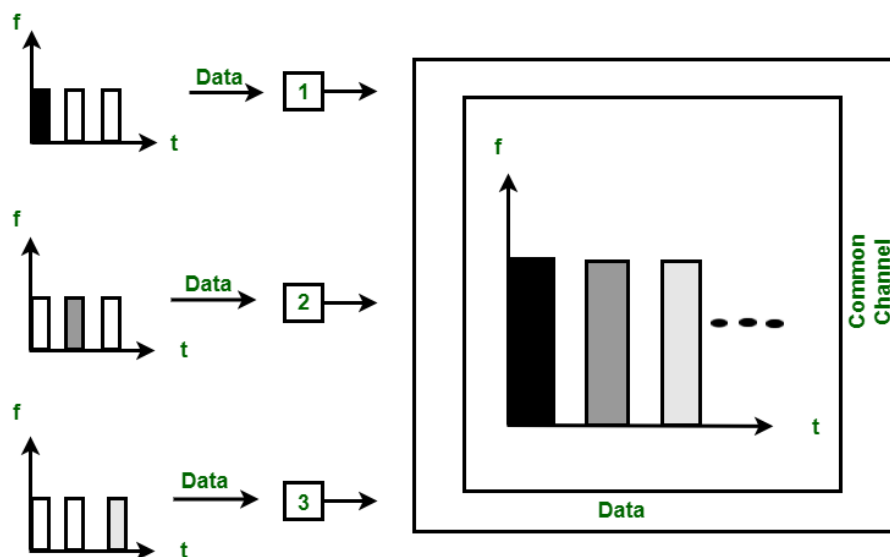
۳.۱ مقایسه TDMA و FDMA

پاسخ این سوال تقریباً مشابه پاسخ سوال قبلی است زیرا پایه روش‌ها یکسان است و فقط از آن‌ها برای حل دو مشکل متفاوت استفاده می‌کنیم.

TDMA روشی است که در آن کانال به اسلات‌های زمانی تقسیم می‌شود و هر اسلات به یک ارتباط داده می‌شود و اطلاعات آن ارتباط در آن اسلات‌های جابجا می‌شود.

- این روش از پیش برنامه‌ریزی شده است پس هر ارتباط باید از آغاز شیار زمانی و موقعیت آن مطلع باشد.
- نیازمند همگام‌سازی است. برای اینکار از شیار محافظ استفاده می‌کنیم.
- انتقال اطلاعات به صورت ناپیوسته و شکافته شده صورت می‌گیرد.
- برای سیگنال‌های صوتی مناسب است. برای فیلم و داده‌های با نرخ اطلاعات بالا مناسب نیست.
- هزینه ساخت و پیاده‌سازی کمتری دارد.

- نیازمند زمان‌بندی و هماهنگی دقیق است تا اسلات‌های زمانی با هم تداخل نداشته باشند و همچنین کانال بیکار نماند.
- استفاده از این روش در آنتن‌های خاص منظوره ساده‌تر است.
- هم به صورت متقارن و هم نامتقارن می‌توان آن را پیاده‌سازی نمود.
- در نسل‌های جدید تلفن همراه در کنار سایر روش‌ها بکار می‌رود.
- بهره‌وری در آن بیشتر از روش زیر است زیرا از کل ظرفیت کانال استفاده می‌کنیم.
- از نظر مصرف توان بهینه‌تر است.
- خیلی نیازمند پایداری و بهینگی سیگنال حامل نیست.

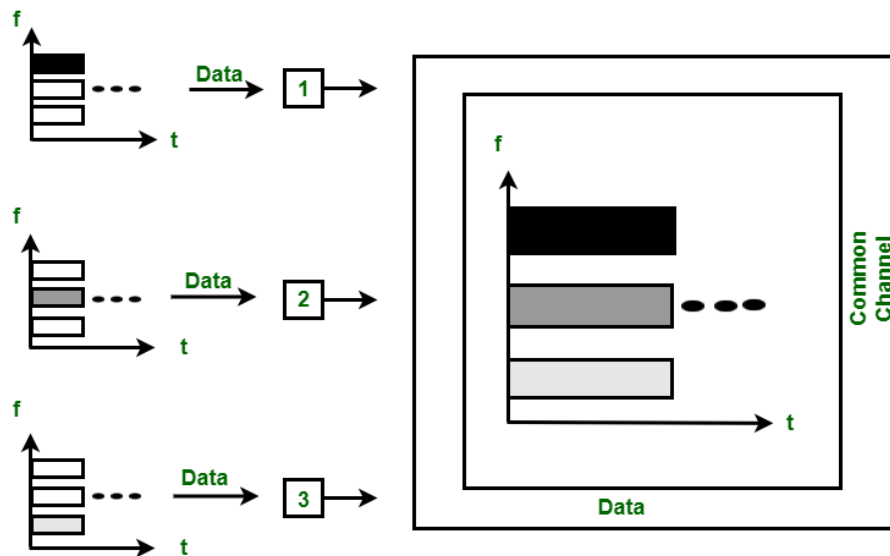


شکل ۳. TDMA

FDMA روشی برای حل مشکل دسترسی چندگانه است که در آن پهنای باند به فرکانس‌های متفاوت تقسیم می‌شود و هر فرکانس در اختیار یک کاربر قرار می‌گیرد.

- با مکانیزم تقسیم فرکانس کار می‌کند.
- نیازمند همگام‌سازی نیست.

- نیازمند باند محافظ (Guard Band) است تا از تداخل جلوگیری کند.
- نیازمند Diplexer پیچیده است و در کل روش پیچیده‌تری نسبت به روش زمانی است.
- استفاده از این روش در کنار روش MIMO بسیار پیچیده است.
- استفاده از این روش در آنتن‌های خاص منظوره پیچیده است.
- از نظر مصرف توان کمتر بهینه است.
- نیازمند پایداری و بهینگی سیگنال حامل است.
- بیشتر در شبکه‌های GSM و PDC کاربرد دارد.

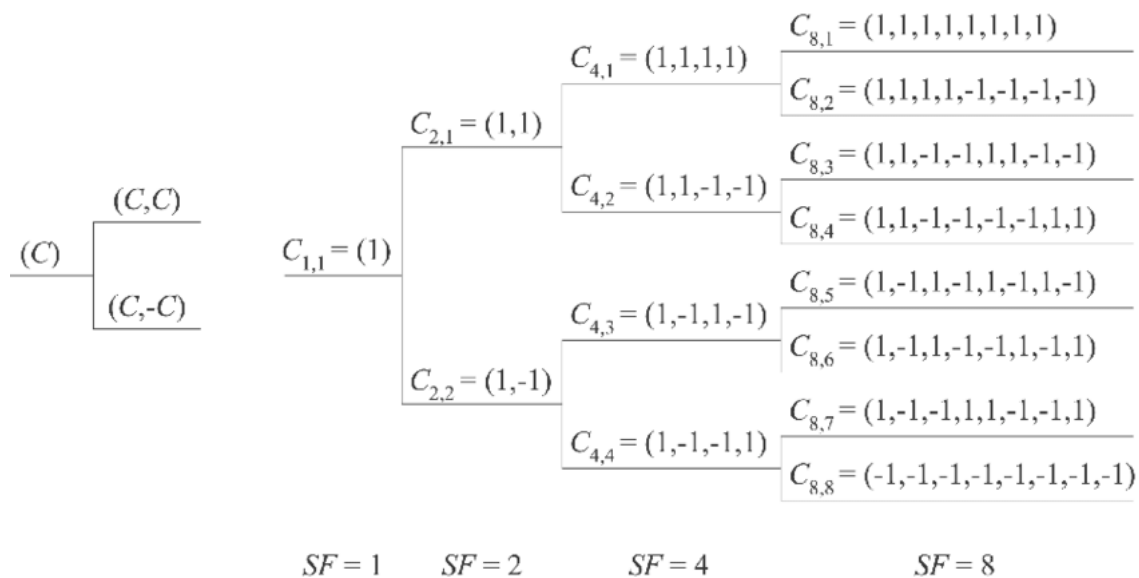


شکل ۴: FDMA

۲ تمرین دوم

۱.۲ تولید کدهای متعامد

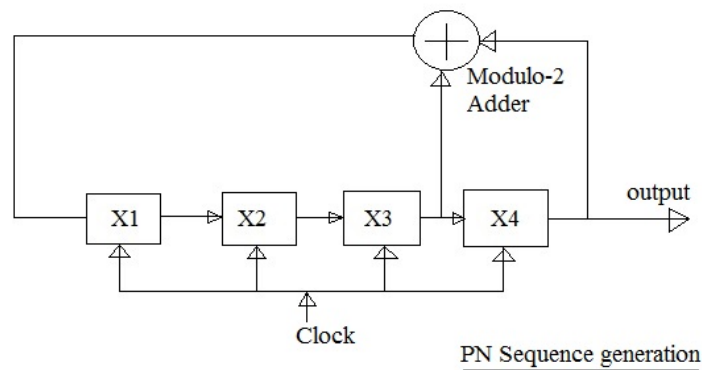
Orthogonal Variable Spreading Factor یا OSVF که با آن می‌توان یک درخت کد ایجاد کرد. این درخت یک درخت باینری با K لایه است که هر راس آن نمایانگر یک کد برای ایجاد کانال است.



شکل ۵: OSVF Tree

هر گره دو فرزند به صورت (C, C) و (C, C') دارد و کدهای تولید شده در هر طبقه از درخت بر هم عمود هستند.

Pseudo-Noise(PN) Sequence توسط مولد نویز شبه تصادفی تولید می‌شود. این مولد یک Binary Linear Feedback Shift Register است که از مدارات XOR و Shift Register تشکیل شده است.



شکل ۶: PN Generator

$X[i-1]$	$X[i-2]$	$X[i-3]$	$X[i-4]$	$X[i]$
1	1	1	1	0
0	1	1	1	0
0	0	1	1	0
0	0	0	1	1
1	0	0	0	1
0	1	0	0	0
0	0	1	0	1
1	0	0	1	1
1	1	0	0	0
0	1	1	0	1
1	0	1	1	0
0	1	0	1	1
1	0	1	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1

شکل ۷: PN Table

روش تولید رشته در جدول بالا نشان داده شده است خروجی مطلوب ما مقدار $X[i-4]$ است.

همانطور که در جدول زیر پیداست پس از به دست آوردن کد مورد نظر نیاز است تا صفر و یک‌ها را به سطوح ولتاژ تبدیل کنیم. از این رو به جای هر ۰ مقدار ۱ و به جای هر ۱ مقدار -۱ را قرار می‌دهیم.

$$sequence = [-1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, -1, -1, 1, -1, 1]$$

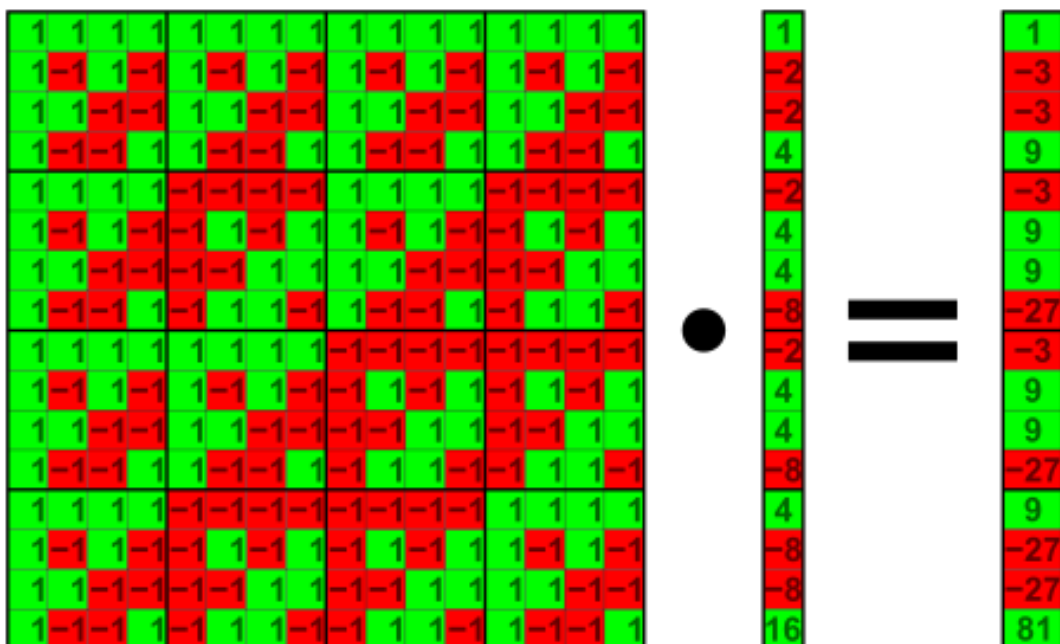
یکی از خواص این رشته تولید شده خاصیت Cyclic Shift Property است. به این معنا که ضرب داخلی نرمالیزه شده شیفت یافته‌ها رشته به طور چرخشی، مقدار $\frac{-1}{N}$ را دارند. اگر مقدار N به سمت بی‌نهایت میل پیدا کند حاصل به سمت صفر میل خواهد کرد که حاکی از تعامد است. در این روش رابطه زیر باید برقرار باشد.

$$N = 2^n - 1$$

Walsh matrix یک ماتریس مربع خاص در ابعاد 2^n است. درایه‌های این ماتریس اعداد مثبت یک یا منفی یک هستند. در این ماتریس ردیف‌ها و ستون‌ها متعامد هستند. هر ردیف این ماتریس مربوط به یک تابع Walsh است. این ماتریس به صورت بازگشتی محاسبه می‌شود که روابط آن به صورت زیر است.

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

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

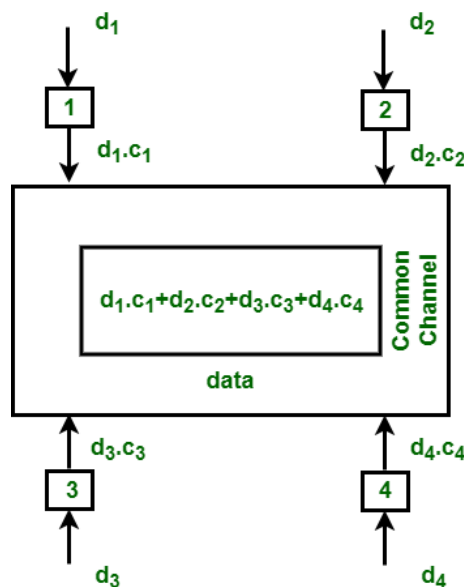


شکل ۸: Walsh Matrix

۲.۲ مزایا و معایب CDMA

در سوال سوم تمرین اول به مقایسه دو روش TDMA و FDMA و مزایا و معایب هر یک پرداختیم. اکنون روش CDMA را مورد بررسی قرار می‌دهیم و نکات قوت و ضعف آن را ذکر می‌کنیم.

Code Division Multiple Access یا CDMA روشی برای حل مشکل دسترسی چندگانه است که با اختصاص دادن یک کد به هر کاربر اجازه دسترسی به منابع کانال را می‌دهد. کدهای ایجاد شده منحصر به فرد هستند و کد هر کاربر با کاربر دیگر متعامد هستند. در این روش همزمان چندین سیگنال از طریق یک سیگنال با فرکانس ثابت منتقل می‌شوند.



شکل ۹: CDMA

از ویژگی‌ها، نکات مثبت و منفی این روش می‌توان موارد زیر را ذکر کرد:

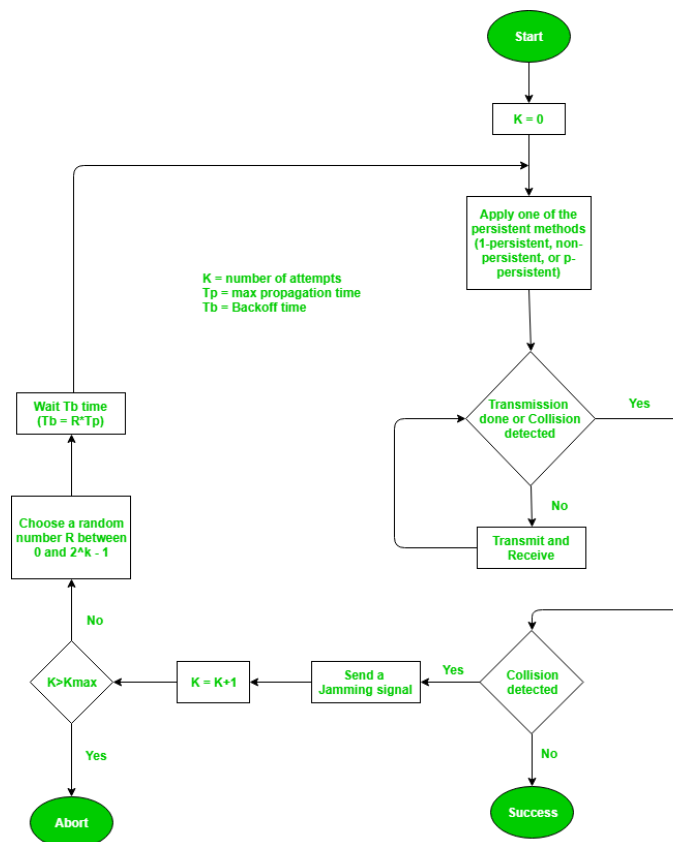
- در سیستم تلفن همراه فرکانس بالا مورد استفاده است.
- نیازمند اختصاص کدهای متعامد به کاربران است.
- + هم زمان و هم پهنای باند میان کاربران به صورت همزمان به اشتراک گذاشته می‌شود.
- همزمان به دو محافظ زمانی و فرکانسی نیاز داریم.

- + همگام سازی لازم نیست.
- + نرخ انتقال داده در آن زیاد است.
- + اطلاعات به صورت دیجیتال منتقل می‌شود.
- + در مقایسه با دو روش دیگر بسیار انعطاف پذیر است.
- با افزوده شدن تعداد کاربرها کیفیت کلی سیستم کاهش می‌یابد.
- نیازمند محاسبات زیاد برای تولید کدهای متعامد است.
- توان مصرفی بالایی دارد.

۳ تمایز CSMA، CSMA/CD و CSMA/CA

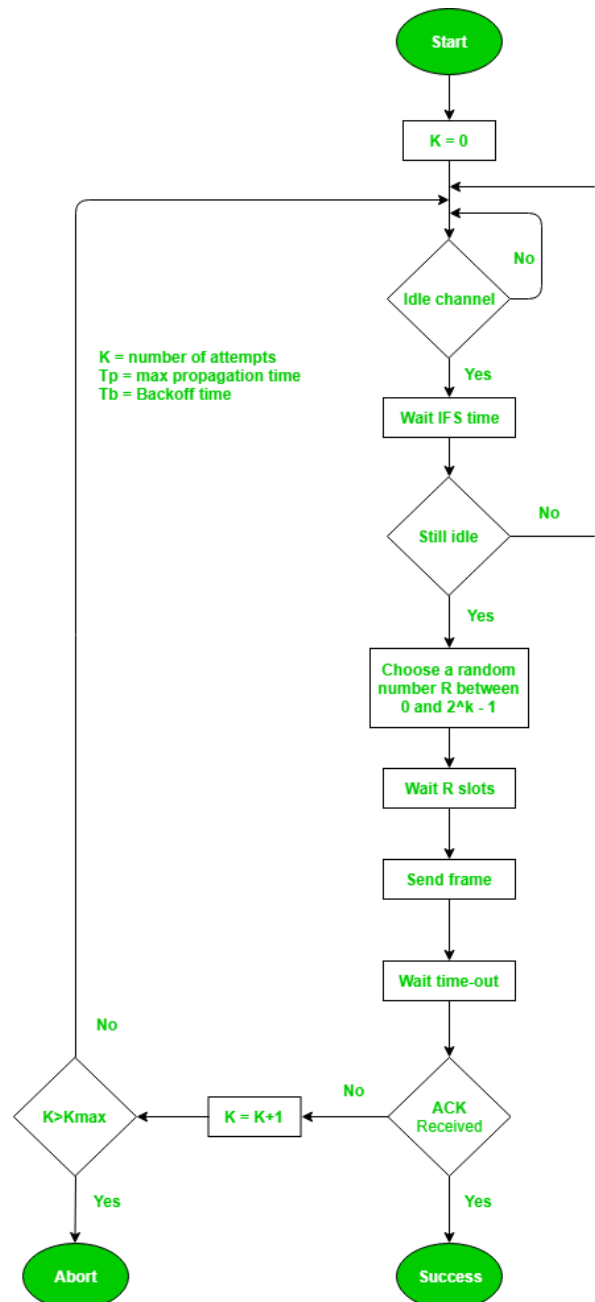
Carrier Sense Multiple Access یا CSMA یک روش برای حل مشکل دسترسی چندگانه است که مبتنی بر مکانیزم CSM کار می‌کند. این روش برای کاهش احتمال تصادم میان کاربران توسعه داده شد. در این روش هر کاربر ملزم به چک کردن رسانه قبل از ارسال سیگنال است. در واقع هر کاربر باید وضعیت حامل را جویا شود. دو روش دیگر مبتنی بر همین روش ایجاد شده اند که یکی بر روی جلوگیری از تصادم و دیگری روی تشخیص تصادم تمرکز دارد.

CSMA with Collision Detection یا CSMA/CD روشی است که کاربر پس از ارسال داده همچنان رسانه را مورد بررسی قرار می‌دهد تا مطمئن شود که انتقال موفقیت آمیز بوده است. اگر انتقال موفقیت آمیز باشد کار کاربر تمام است. در غیر این صورت کاربر داده را دوباره ارسال می‌کند.



شکل ۱۰: CSMA/CD Flow

CSMA with Collision Avoidance یا CSMA/CA روشی مبتنی بر این ایده است که ایستگاه مخابراتی باید بتواند همزمان با ارسال اطلاعات جهت تشخیص تصادم، اطلاعاتی را نیز از ایستگاه‌های مختلف دریافت کند. این روش به خصوص در شبکه‌های بیسیم کاربرد دارد زیرا انرژی سیگنال دریافتی تقریباً دو برابر می‌شود و به راحتی می‌توان تصادم را تشخیص داد.



شکل ۱۱: CSMA/CA Flow

- اولی بعد از تصادم موثر است، دومی قبل از تصادم موثر است.
- اولی در شبکه‌های باسیم بکار می‌رود، دومی عموماً در شبکه‌های بی‌سیم بکار می‌رود.
- نتیجه اولی کاهش زمان ریکاوری است، در صورتی که دومی احتمال تصادم را کاهش می‌دهد.
- اولی در صورت رخداد تصادم داده را باز ارسال می‌کند، در صورتی که در دومی اینطور نیست.
- اولی در استاندارد 802.3 بکار رفته، در صورتی که دومی در استاندارد 802.11 استفاده شده است.
- روش CSMA/CD بسیار موثرتر از روش CSMA ساده است.
- روش CSMA/CA بسیار شبیه به روش CSMA ساده است.

۴ منابع

لینک پروژه لاتک درون فایل LaTeX Link.txt موجود است.

<https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-fdma-and-tdma/>

https://www.researchgate.net/figure/An-orthogonal-variable-spreading-factor-OVSF-code-tree_fig1_3436481

<https://www.rfwireless-world.com/source-code/MATLAB/PN-sequence-basics-and-matlab-code.html>

https://en.wikipedia.org/wiki/Walsh_matrix

<https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-fdma-tdma-and-cdma/>

<https://www.geeksforgeeks.org/carrier-sense-multiple-access-csma/>

<https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-csma-ca-and-csma-cd/>