بنام خداوند جان و خرد

مقاله آموزشی

CISCO
CERTIFIED
CCNA
WIRELESS
200-355 CWNA

"مقدماتی"

نویسنده :

مهرشاد هماوندی

(mehrshadhamavandy@gmail.com)

دانشجوی مهندسی نرم افزار دانشگاه اصفهان

کارشناس شبکه های سیسکو و مایکروسافت

مدرس بخش شبکه مجموعه فرادرس

مقدمه

در دنیای امروز ، به سببِ گسترش و همه گیر شدن گوشی های هوشمند و دستگاه هایی که با اینترنت سر و کار دارند ، وایرلس تقریبا جزئی از زندگی روزمره ما محسوب میشود .

من مهرشاد هماوندی ، در مقاله آموزش CCNA Wireless قصد دارم شما رو با دنیای وایرلس که امروزه در سطح جهانی کاربرد های گوناگونی داره و به انواع مختلف همه ی مارو تحت تاثیر خودش قرار داده ، آشنا کنم .

دانستن جزئیاتِ کارکرد و ارتباط دستگاه های وایرلسی ما ، میتواند بسیار مثمر ثمر و مفید باشد ؛ چرا که میتوانیم با استفاده از این مفاهیم در صورت ایجاد مشکل ، خود به بررسی و یافتن راهی برای رفع آن باشیم و علاوه بر آن میتوانیم بصورت هوشمندانه تر دستگاه های خود را مدیریت کنیم .

اگر بخواهیم از بُعد تخصصی به این مقاله نگاهی بندازیم ، دانشجویان رشته های مرتبط با کامپیوتر ، داوطلبان آزمون بین المللی CCNA

Wireless 200-355 و دانشجویان انواع دوره های سیسکو و دوستان علاقمند به شبکه میتوانند مخاطبین این دوره آموزشی باشند.

مقاله ای که پیش رو است ، بصورت جزئی و دقیق به معرفی و بررسی هرچه تمام ترِ مفاهیم و جزئیات وایرلس ، بر اساس سرفصل های رسمی اعلام شده توسط شرکت سیسکو میپردازد.

این سری مقاله های آموزشی صرف نظر از دانسته های پیشین شما از ابتدا تا انتهای دوره ، طبق سرفصل های مشخص ، شما رو با انواع مفاهیم : سیگنال های رادیویی ، تکنولوژی آنتن ها ، توپولوژی Wireless LAN ها و ... آشنا میسازد.

برای فراگیری بهتر مفاهیم این دوره آموزشی بهتر است قبل از شروع ، دوره های CCNA R&S یا CCENT را بگذرانید تا بتوانید بطور دقیق تری از این دوره استفاده کنید تا بازده آن برای شما بهتر باشد.

امید است این دوره بتواند برای دوستان و علاقمندان مفید واقع شود . به دنیای وایرلس خوش آمدید ....

سرفصل

سرفصل های این دوره که تحت عنوان " مقدماتی " ارائه خواهد شد ، بصورت زیراست :

I. **فصل نخست ، سیگنال های رادیویی و مدولاسیون (RF Signals) :**

این فصل به بررسی مفاهیم پایه فرکانس های رادیویی و متد های مورد استفاده برای جابجایی و انتقال اطلاعات و داده ها بصورت وایرلس میپردازد.

II. **فصل دوم ، استاندارد سیگنال های رادیویی (RF Standards) :**

این فصل به بررسی سازمان های تنظیم کننده ، استاندارد سازی و نحوه استفاده درست از دستگاه های شبکه های بی سیم میپردازد.

III. **فصل سوم ، استفاده سیگنال های رادیویی در دنیای واقعی (RF Signals in Real World) :**

این فصل به عوامل و شرایطی که در انتقال فرکانس های رادیویی و امواج وایرلس بین دیوایس موثر است ، میپردازد.

IV. **فصل چهارم ، تکنولوژی آنتن ها (Understanding Antennas) :**

این فصل بسیاری از مفاهیم پایه مربوط به آنتن ها ، انواع آنتن ها و کاربر آنها را مورد بررسی قرار میدهد.

فصل اول

سیگنال های رادیویی و مدولاسیون (RF Signals)

در شبکه های Wireless ، انتقال اطلاعات میان دو دستگاه یا اصطلاحا Device با استفاده از فرکانس های رادیویی (RF) انجام میپذیرد ; که در این تبادل اطلاعات ، فرستنده و گیرنده میتوانند در یک راستا و بصورت ثابت قرار گرفته باشند و یا بصورت آزادانه در جاهای گوناگون قرار بگیرند.در این فصل ما تئوری های پایه و قضایای پشت سیگنال های RF و متد های مورد استفاده برای جابجایی داده بصورت وایرلسی را مورد بحث قرار میدهیم .

مقایسه شبکه های کابلی و وایرلسی

در شبکه های کابلی یا به اصطلاح Wired ، قاعدتا حداقل دو دیوایس برای تبادل اطلاعات با یکدیگر نیاز به کابل دارن و این نوع ارتباط های کابلی دارای محدودیت های بسیاری است که باعث اختلال در ارتباط و جلوگیری از یک ارتباط سالم و موفقیت آمیز میشوند.

اگر بخوایم مثالی برای این محدودیت ها بزنیم ; نوع و سایز کابل ها ، تعداد Twist های کابل و حداکثر طول کابل ها باتوجه به استاندارد های اونا در ارتباط و تبادل اطلاعات تاثیر منفی بسزایی دارند اما اگه از تاثیرات منفی کابل ها بر تبادل اطلاعات بگذریم و به محاسن آن درنگی کنیم ، صد درصد ویژگی امکان ارسال و دریافت داده ها بصورت همزمان اون هم بخاطر بودن یه مسیر اختصاصی و مستقیم بین Transmitterو Reciever ، خودنمایی میکنه.

اما ظاهرا نمیشه از معایب و ضعف های دیگه شبکه های Wired نسبت به Wireless به سادگی گذشت ; با کمی فکر در مورد شبکه های کابلی به این نتیجه خواهیم رسید که زمانی که Device ی به کابل متصل است نمیشه اونو به راحتی جابجا کرد و حتما هم باید یه Connector یا پورت سازگار با کابلی که بهش متصل کنیم داشته باشه و همونطور که میدونید در دنیای امروز همه وسایل الکترونیکی داره به سمت کوچکتر شدن پیش میره بنابراین هرچقدر Device شما کوچکتر و جمع و جور تر بشه امکان وصل کردن کابل به اون کمتر میشه و تولید کنندگان اینگونه قطعات قاعدتا رو به تکنولوژی Wireless میارن!

خب پس از مهمترین پارامتر های شبکه های Wireless اینه که به تولیدکنندگان Device های مرتبط با شبکه این قابلیت رو میده که دستگاه تولیدی رو کوچیک و کوچیکتر تر کنن و کاربر هم میتونه بطور همزمان چندین Device رو به شبکه مورد نظرش متصل کنه!

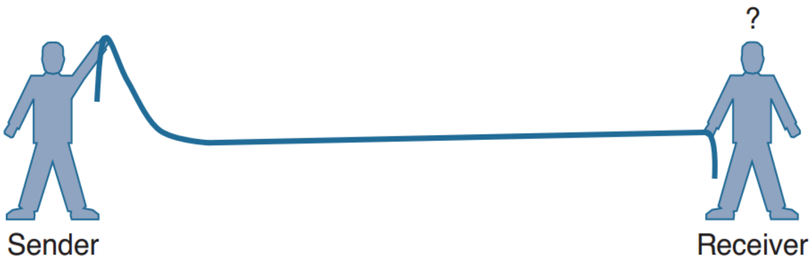
بستر داده های Wirelessیی مورد بحث فضای آزاد یا بطور کلی هوا هست اما در این فضای آزاد هم عوامل مختلف زیادی وجود داره که میتونه بر روی داده ما تاثیر بذاره و تعضیفش کنه برای رسیدن به مقصد که برای کمرنگ کردن اینگونه اثرات مخرب دو راهکار پیشنهاد شد:

تمامی دستگاه های Wireless باید به یک استاندارد معین پایند باشند ; که در حال حاضر این استاندارد تحت عنوان IEEE 802.11 شناخته میشه.

پوشش Wireless باید در جاهایی باشه که انتظار میره دستگاهی هم وجود داشته باشه ; بدین معنی که Transmitter یا فرستنده تقریبا باید در محدوده ی Reciever یا گیرنده قرار داشته باشه.

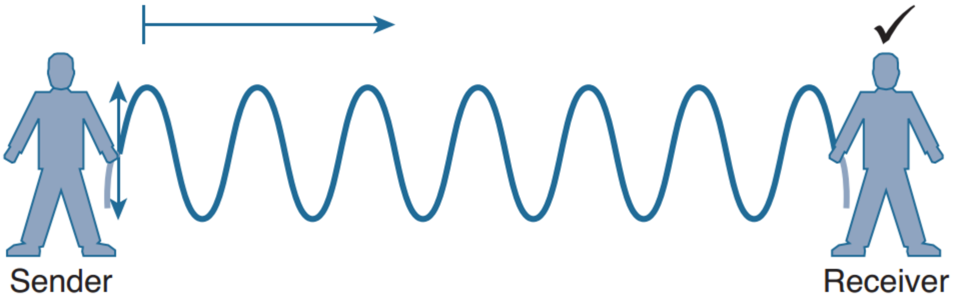
بررسی مفهوم پایه Wireless

برای ارسال داده از طریف کابل بین دو Device ، سیگنال الکتریکی از یک طرف کابل به سمت دیگه منتقل میشه در واقع کابل خودش به تنهایی عامل تداوم و تضمین رسیدن اطلاعات به مقصد هست اما در شبکه های بی سیم چنین چیزی نیست که داده ها رو حمل کنه .حالا سوالی که مطرح میشه اینه که شبکه های وایرلس چگونه میتونن باهم ارتباط برقرار کنن از طریق هوا ؟! برای پاسخ دادن به این سوال دو نفر رو تصور کنید که یه رشته طناب رو در دست دارن ، این دو نفر فرستنده (Transmitter) و گیرنده (Receiver) هستند و طنابی که یک طرفش به دست فرستنده و یک طرفش به دست گیرنده هست ، رو بعنوان فضای آزاد یا هوا تلقی کنید . تصور کنید که فرستنده قصد داره اطلاعاتی رو به گیرنده ارسال کنه یا در کل چیزی بهش بگه ; فرستنده طناب خودشو بالا میگیره تا به گیرنده نشونه یا فرکانسی ارائه بده اما هیچگاه گیرنده اون پیام رو دریافت نخواهد کرد. برای درک بهتر این موضوع به شکل زیر دقت کنید :

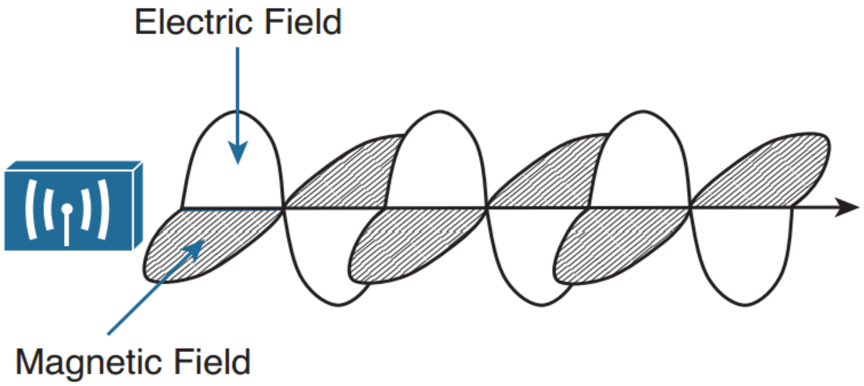


قاعدتا فرستنده باید برای رفع این مشکل راهکاری پیدا کنه و راهی پیدا کنه تا بتونه با گیرنده ارتباط برقرار کنه ; زمانی که فرستنده دست خودشو با طور منظم و ثابت بالا

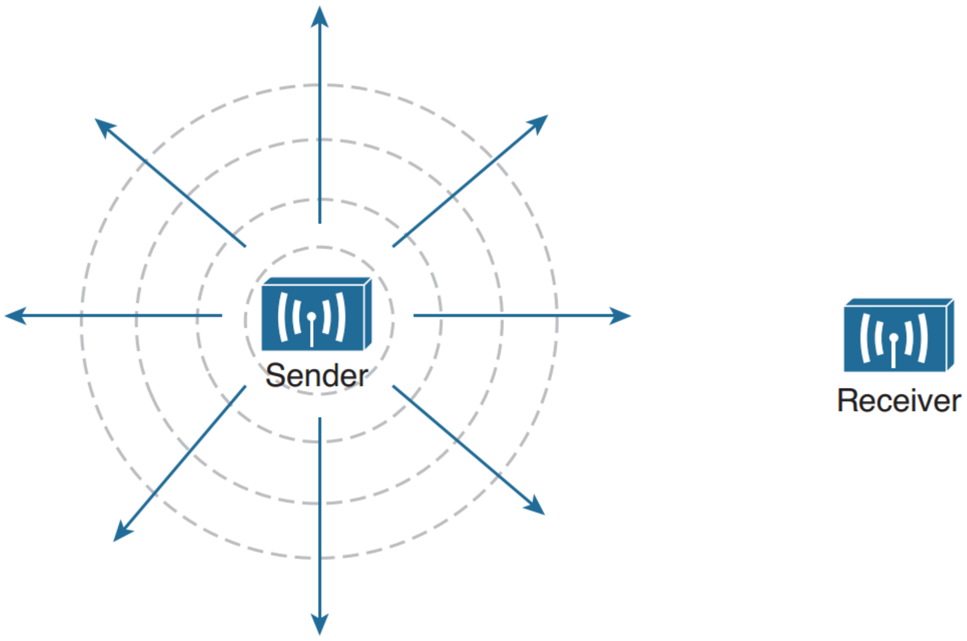
پایین میبره و حرکت موج شکلی] فرستنده با هر بار بالا پایین کردن دست خودش یک موج (Wave) میسازه [در کابل ایجاد میکنه ، که این حرکت موج به گیرنده میرسه و گیرنده از پیام فرستنده آگاه میشه ، برای درک بهتر این موضوع به شکل زیر دقت کنید :



در فضای آزاد هم جابجایی یا انتقال اطلاعات بصورت وایرلس به همین نحو است ; فرستنده (Transmitter) یک سری امواج منظم رو بطور ثابت به گیرنده (آنتن) میفرسته که اینکار رو با تولید مجموعه ی امواج الکتریکی و مغناطیسی انجام میدهد که بطور پیوسته در حال بالا پایین رفتن هستند بطوری که امواج مغناطیسی برای جذب امواج مغناطیسی پایین میره و امواج مغناطیسی نیز برای جذب امواج الکتریکی بالا میره و هر باری که این عمل انجام میشه یک موج یا اصطلاحا Cycle ایجاد میشود. برای درک بهتر این موضوع به شکل زیر دقت کنید :



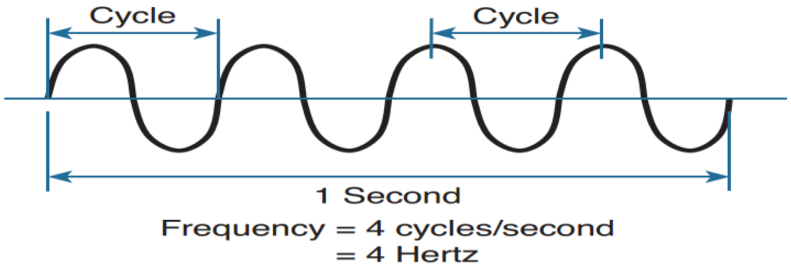
امواج الکترومغناطیسی بگونه ای هستند که داده های خود را در یک خط مستقیم ارسال نمیکنند و اونا را به تمامی جهات پخش میکنند برای تفهمیم بهتر موضوع نحوه پخش شدن امواج الکترومغناطیسی توسط آنتن ها ، تصور کنید که شما یه سنگ رو داخل آب میندازید ، هنگامی که سنگ در داخل آب میوفته شما شاهد سطوح آب هستید که بصورت موج وار در تمامی جهات پخش میشن .ایده آل ترین شرایط برای آنتن ها (فرستنده ها) این است که شمایی کروی شکل داشته باشن و امواج رو در تمامی جهات انتقال بدن اما نکته ی مهم اینجاست که ایده آل ترین آنتن ها در واقع اصلا وجود ندارند . در دنیای واقعی آنتن های در ابعاد و اشکال گوناگون ساخته میشن ، بنابراین هر کدام از آنها در فرم ها و اشکال گوناگون امواج رو انتقال میدن اما هرکدام از آنها محدودیت هایی در مسیر فرستادن امواج رو دارن و هیچکدوم از اونا ایده آل نیستند.برای درک بهتر انتقال داده در ایده آل ترین حالت ممکن برای آنتن ها به شکل زیر دقت کنید :



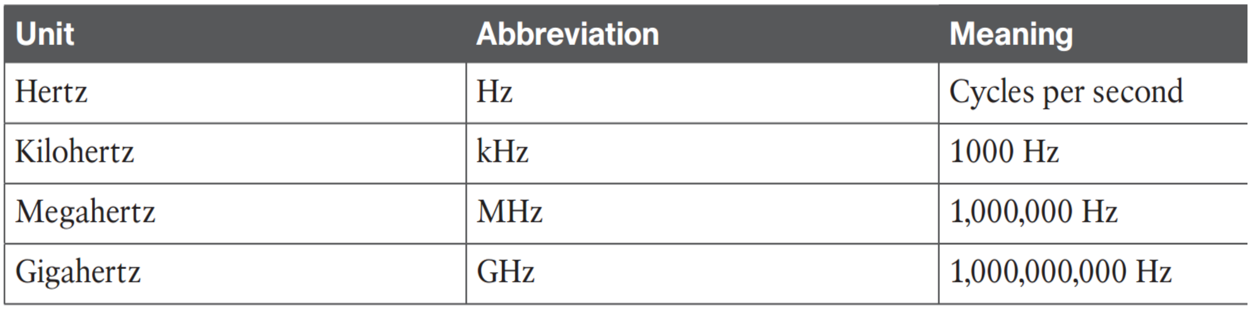
در پایان انتقال امواج و اطلاعات توسط آنتن ، زمانی که اونا به سمت گیرنده رسید ، دقیقا باید یه کپی از اطلاعات ارسال شده باشند . دلیل آن همانطور که در قبل توضیح دادیم این است که امواج الکترومغناطیسی که توسط آنتن فرستاده شد با توجه به مکانیزمی توسط امواج مغناطیسی و الکتریکی به حرکت در می آیند و تا رسیدن به مقصد این فرآیند تکرار میشود .

مفهوم فرکانس(Frequency)

همونطور که میدونید ، موج (Wave) در واقع به هربار جذب صفحات الکتریکی و مغناطیسی (Electric and Magnetic Fields) گفته میشه که توسط فرستنده (Transmitter) تولید میشد . همچنین باتوجه به مثال قبلی تقریبا به هربار بالا بردن و پایین اوردن طناب توسط فرستنده که بطور مداوم و ثابت تکرار میشد یک " موج " میگفتیم . حالا این "موج"ی که ما ازش صحبت میکنیم به روش های گوناگونی سنجیده و توضیح داده میشه که یکی از ابتدایی ترین پارامتر های سنجش آن " فرکانس " است .تعریفی که از فرکانس در دنیای شبکه ارائه میشه اینه که : به تعداد دفعاتی که یک سیگنال] ارسالی از سوی آنتن ها یا هر Transmitter دیگه ای [در مدت یک ثانیه بصورت سینوسی بصورت کامل بالا و پایین میره) به این بالا و پایین رفتنِ کامل سیگنال Cycle گفته میشه (یک " فرکانس " گفته میشه . برای درک بهتر مفهوم فرکانس به شکل زیر دقت کنید :



نکته قابل توجه اینه که برای سنجش یک Cycle از سیگنال مورد نظرمون ، اهمیتی نداره که سنجش از بالاترین نقطه هر موج (Peak) اون شروع شه یا وسط هرموج یا انتهای موج ; فقط سیگنال باید یک توالی کامل رو انجام بده و دقیقا همون مکانی که شروع شده ، در همون مکان در موج بعدی تموم شه یا به اصطلاحی یه دور کامل رو بزنه .با کمی درنگ در شکل بالا به این نکته پی میبریم که فرآیند سیگنال در 4 Cycle کامل اتفاق افتاده ، بدین معنا که فرکانس آن ، 4 ثانیه/سیکل یا 4 هرتز است. هرتز (Hz)مرسوم ترین واحد اندازه گیری برای فرکانسه و اگه بخوایم بهتر بگیم ; در واقع 1 Cycle کامل در 1 ثانیه را هرتز گویند. " هرتز " میتونه محدوده بسیار گسترده ای رو دربر بگیره پس برای سهولت در کار برای هر تعداد سیکلی که در یک ثانیه انجام میشه واحد های مشخصی در نظر گرفته شده ، که در جدول زیر قابل مشاهده است :



Unit	Abbreviation	Meaning
Hertz	Hz	Cycles per second
Kilohertz	kHz	1000 Hz
Megahertz	MHz	1,000,000 Hz
Gigahertz	GHz	1,000,000,000 Hz

با توجه به جدول بالا ، برای مثال 1000 هرتز یعنی 1000 بار سیکل کامل در یک ثانیه انجام میشه ، که با واحد kHz اندازه گیری میشه و به همین روال ادامه پیدا میکنه تا انتها.شاید سوالی که براتون پیش اومده باشه اینه که خب ابتدا و انتهای این امواج کجاست ؟!! بطور مشخصی محدوده یا طیف فرکانس از 0 شروع میشه تا 10 به توان 22 (یعنی 10 با 22 تا صفر) .

نکته : پایین ترین طیف های فرکانس برای گوش انسان قابل حس و شنیدن نیست.

نکته : از بالاترین طیف فرکانس ها میتوان به : اشعه ی X و اشعه گاما اشاره کرد.

فرکانس هایی که در محدوده بین 3 kHzتا 300 GHzهستند معمولا تحت عنوان " فرکانس های رادیویی " شناخته میشوند ، که انواع گوناگونی رو شامل میشن از جمله : امواج تلویزیون ، امواج FM ، امواج ماکروویو و امواج رادار ها .

نکته : امواج های مورد استفاده برای ارتباطات شبکه های Wireless ، از نوع امواج مایکروویو هستند به به دو دسته تقسیم میشوند : GHz 2.4 و GHz5

نکته : در بعضی مواقع ممکن است یک محدوده فرکانس برای اهداف یکسان استفاده شود ، بنابراین محدوده فرکانس ها را میتوان دسته بندی کرد یا به اصطلاح آنها را " band " نامید.

برای مثال : طیف فرکانس میان 530 kHz تا نزدیک به 1710 kHz رو " پایگاه رادیویی " AM یا " AM Band " مینامند. بنابراین همونطور که گفتیم محدوده فرکانس شبکه های وایرلس یا Wireless LAN ها ، 2.4 و 5 GHz هست که به بیان دقیق تر : فرکانس های بین طیف 2,400 و 2,4835 GHz تحت عنوان " 2.4 GHz Band " شناخته میشه .

نکته : واضح است که باید توجه داشت مجموعه فرکانس های " 2.4 GHz Band "تمامی طیف های بین 2.4 تا 2.5 گیگاهرتز را پوشش نمیدهد.

یکی دیگه از محدوده های مورد استفاده برای ارتباطات وایرلسی تحت عنوان Band 5GHzشناخته میشه ، به دلیل این که طیف فرکانسی اون بین 5,150 و 5,825 GHzهست . نکته مهم اینه که محدوده فرکانس های GHz Band 5، خود به 4 قسمت مجزا تقسیم میشود ، بدیت ترتیب که :

5,150 تا GHz5,250

5,250 تا GHz5,350

5,470 تا GHz5,725

5,725 تا GHz5,825

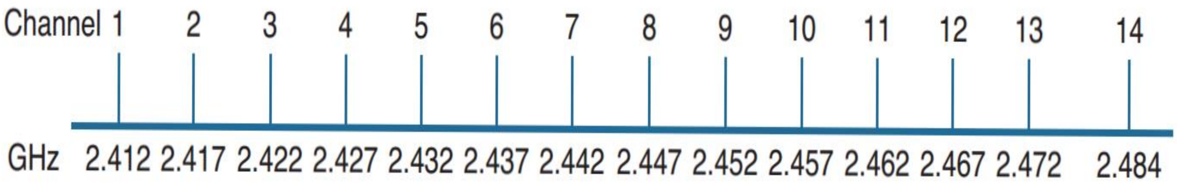
نکته : اگر به تقسیم بندی طیف های بالا دقت داشته باشید ، به این نکته پی خواهید برد که فاصله ای میان محدوده 5,350 و 5,470 وجود دارد که نمیتوان از آن برای شبکه های وایرلس استفاده نمود.

مفهوم Channel Spacing

یک باند فرکانس (Frequency Band) که در قبل به اون اشاره کردیم ، شامل طیف وسیعی از فرکانس هاس ; حالا اگه در یک Wireless LAN دو دستگاه نیاز به یه تک فرکانس برای ارتباطات خودشون داشته باشن ، باید از کدوم فرکانس ها استفاده کنند؟ یا کلا چقدر فرکانس های منحصر به فرد برای هرکدوم از Device ها وجود داره؟ برای جواب دادن و یا در واقع حل این سوالات تکنولوژی Channel Spacing یا تخصیص کانال برای محدوده خاصی از فرکانس ها مطرح میشه که در ادامه به اون

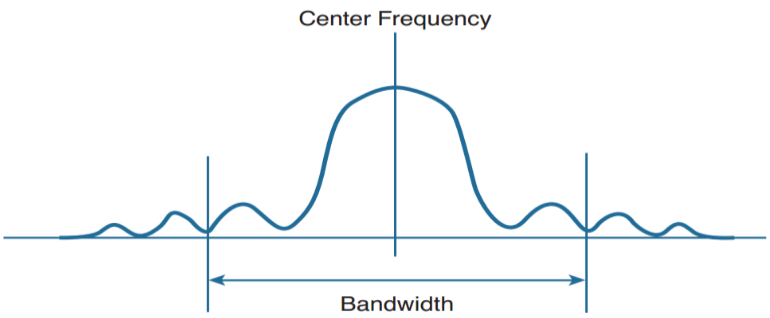
میپردازیم. برای مرتب بودن و بالابردن کارایی فرکانس ها ، باند ها به کانال های مجزایی تقسیم شدن که هرکدام از این کانال ها بر اساس شماره خاص خودشون شناخته میشن که هرکدوم از این شماره ها به Range خاصی از فرکانس ها اختصاص پیدا کردن. برای مثال : باند GHZ 2,4که در قبل بهش اشاره کردیم رو در نظر بگیرید .

طیف فرکانس های این باند از 14 کانال مجزا از شماره های 1 تا 14 تشکیل شده است که هرکدام به محدوده فرکانس خاصی اختصاص داده شدن.اولا ، تصور کنید چقدر آسون تره که تا با شماره کانال های یک باند کار کنیم تا با مقدار فرکانس اونا ، به خاطر سپردنشم راحت تره ! دوما ، شاید پرسشی که تو ذهنتون ایجاد شده باشه که اصلا چجوری محدوده فرکانس هابه کانال های گوناگون اختصاص داده میشه ، طبق چه معیار و یا قاعده ای؟! پاسخ این پرسش ها اینه که برای مثال باند GHZ 2,4که گفتیم از 14 کانال تشکیل شده رو در نظر بگیرید . فاصله بین این 14 کانال بطور مشخص 0.005 گیگاهرتز (5 مگاهرتز) ، (به جز برای کانال 14) است. برای درک بهتر این موضوع به شکل زیر دقت کنید :


Channel 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
GHz 2.412 2.417 2.422 2.427 2.432 2.437 2.442 2.447 2.452 2.457 2.462 2.467 2.472 2.484

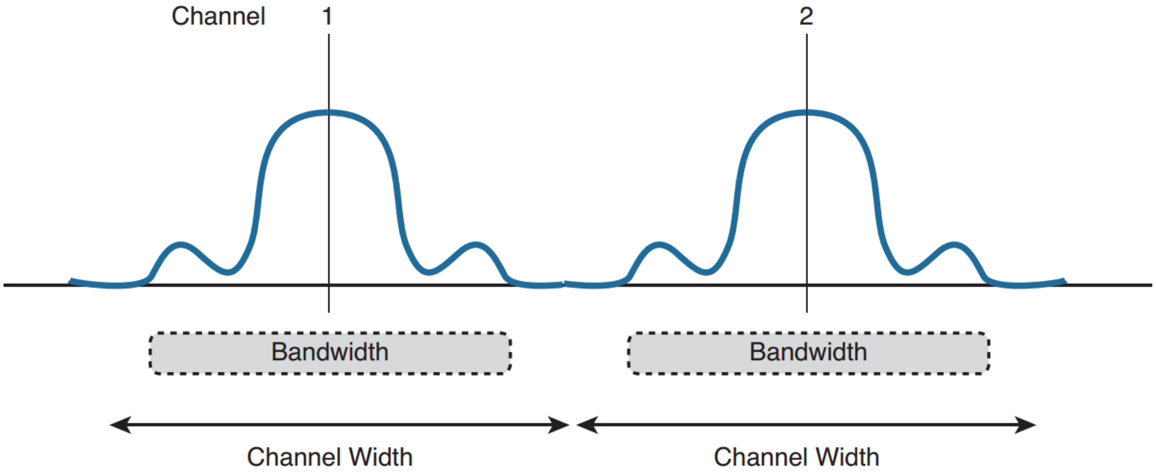
مفهوم Overlapping

سیگنال های رادیویی (RF) ، سیگنال هایی بی نهایت باریکی نیستن پس قاعدتاً این سیگنال ها قابلیت ترکیب شدن یا برخورد کردن یا اصطلاحا روی هم افتادن (Overlap)با سیگنال های دیگه عبوری در کنار خودشون رو دارن که در وایرلس به " نشت یا " Spill سیگنال معروفه پس با وجود این ، محدوده یک فرکانس مشخص در مکان های متفاوت باهمدیگه یکسان نیست ; بنابراین نمیتونیم یه مقدار ثابت برای " پهنای باند " داشته باشیم ، پس چجوری در مبحث فرکانس، ما مقدار پهنای باند رو مشخص میکنیم؟! حالا قبل از پاسخ دادن به این سوال ، یه تعریف واسه پهنای باند بگیم تا بفهمیم اصلا در دنیای وایرلس مفهوم Bandwidth یا پهنای باند به چه معنیه ؟! محدوده واقعیِ مورد نیازِ فرکانس برای منتقل کردن سیگنال هارو " پهنای باند سیگنال " مینامند ، به عبارت دیگه " پهنای پاند فضای مورد نیازیه که فرکانس در باند نیاز داره . برای جواب دادن به سوالمون هم باید بگیم که برای اندازه گیری پهنای باند باید به " فرکانس وسط سیگنال " دقت کنیم و اونو به دو قسمت بالا و پایین تقسیم میکنیم . برای مثال : یه سیگنالی که 22 مگاهرتزه ، محدود میشه به 11 مگاهرتز سیگنال وسطی بالا و 11 مگاهرتز سیگنال وسطی پایین . برای درک بهتر این موضوع به شکل زیر دقت کنید :



نکته : در حالت ایده آل ، پهنای باند " سیگنال " باید کمتر از پهنای باند " کانال " باشه بنابراین ، سیگنال های متفاوت و گوناگونی میتونن بر روی هر کانال ممکنه ، منتقل بشن بدون اینکه با یکدیگه برخورد کنن یا تداخلی پیش بیاد.

برای درک بهتر این موضوع ، به شکل زیر دقت کنید :



در شکل بالا ، نوعی از Channel Spacing نمایش داده شده که سیگنال ها بدون Overlapشدن در کنار کانال همسایه (مجاور) قرار گرفتن ؛ بنابراین ، یک سیگنال میتواند بر روی هر کانال موجود بدون Overlap شدن وجود داشته باشد .

مفهوم Phase

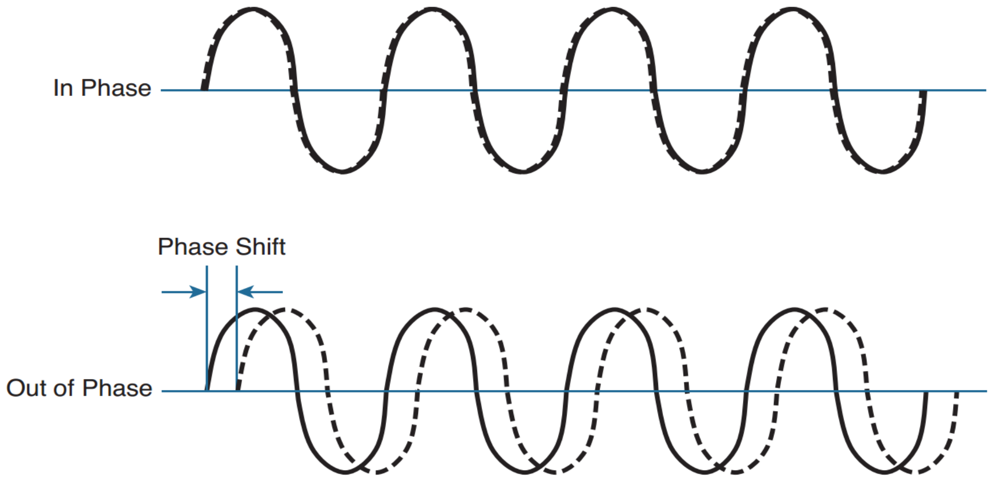
سیگنال های رادیویی بسیار وابسته به زمان هستند چرا؟ چون بطور دائم در حال حرکت هستن . طبیعتا این سیگنال هااز نیرو های الکتریکی و مغناطیسی ساخته شدن که در طول یه دوره زمانی باهم متفاوت هستن.حالا Phase چیه؟! اندازه گیری تغییرات در

زمان نسبت به آغاز یک Cycle رو Phase میگن.واحد اندازه گیری Phase ، "درجه " هست که اگه برابر با 0 باشه به منزله آغاز Cycle هست و درجه ی یک چرخه کامل (Complete Cycle) برابر با : 360 هست .

نکته : از اونجایی که سیگنال یه نوسان چرخه ایه ، شما میتونید این تصور رو داشته باشید که Phase ، چندین و چند بار دور یه دایره داره میچرخه.

مفهوم In Phase و Out of Phase

زمانی که دو سیگنال همزمان دقیقا در یک زمان تولید میشن [توسط آنتن یا هر Transmitterدیگه ای] ، سیکل یا Cycle هاشون هماهنگ میشه و به هماهنگ شدن سیگنال های مثل هم که در یک زمان تولید میشن اصطلاحا In Phase گفته میشه به معنای دیگه ، اون دوتا سیگنال باهم هم فاز هستن.اما زمانی که یک سیگنال با کمی تاخیر از سیگنال دوم تولید شن ، اصلاحا Out of Phase گفته میشه . برای درک بهتر این موضوع ، به شکل صفحه بعد دقت کنید :

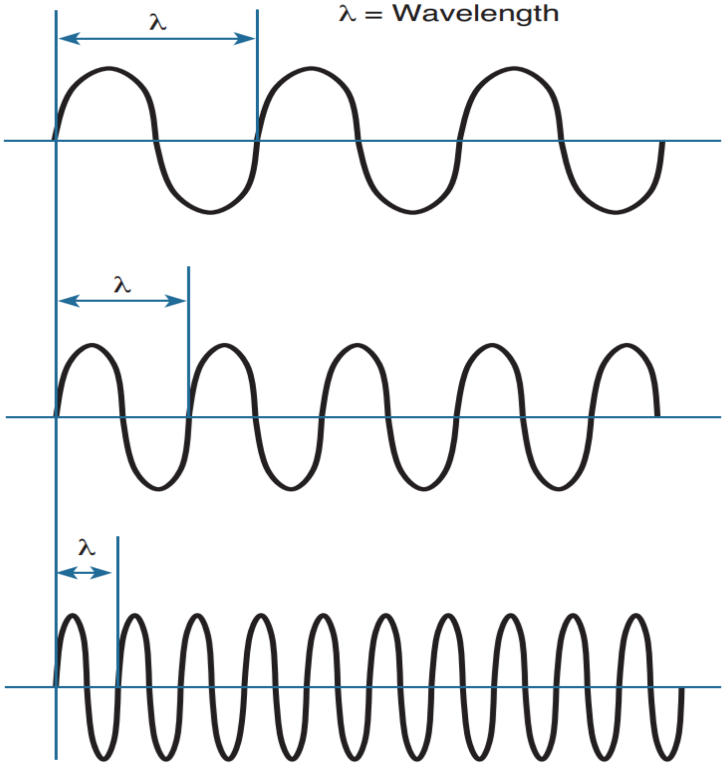


نکته : برای دریافت کردن سیگنال ها Phase نقش بسیار و پررنگ میباشد ، چرا که سیگنال هایی که In Phase هستند ، تمایل دارند تا خود را به دیگری ترکیب کنند و قدرت دوچندان داشته باشند ، اما برعکس سیگنال هایی که Out Of Phase باشند ، تمایل دارند تا یکدیگر را خنثی کنند و نقش همدیگر را کمرنگ تر کنند.

اندازه طول موج(Wavelength)

سیگنال های رادیویی معمولا توسط " فرکانس " شناخته میشن ؛ اما خب سخته که بخوایم اندازه واقعی اونارو که از طریق هوا یا اصطلاحا free space درک کنیم. بهتره که طبق روال همیشه یه تعریفی از Wavelength داشته باشیم تا بتونیم درک بهتری از اون داشته باشیم.طول موج یا Wavelength در واقع ، اندازه گیری فیزیکی است که موج در طول یک سیکل کامل دارد و معمولا توسط نماد یونانی لاندا (λ) ، تعیین میشود.برای درک بهتر ابعاد سیگنال های Wireless LAN ، فرض کنید که شما میتونید این سیگنال ها رو در مواقع انتقال در جلو خودتون مشاهده کنید ، در این هنگام سیگنال های 2.4 GHzطول موجی معادل 4.92 اینچ (تقریبا 12.5 سانتی متر) و سیگنال های 5 GHz طول موجی معادل 2.36 اینچ (تقریبا 6 سانتی متر) میتونن داشته باشن .

برای درک بهتر این موضوع به شکل صفحه بعد دقت کنید :



اگه به شکل فوق دقت کنید ، طول موجِ سه موج متفاوت رو خواهید دید .موج ها از بالا تا پایین به ترتیب افزایش فرکانس مرتب شده اند.بدون در نظر گرفتن مفهوم " فرکانس " ، موج های RF با یک سرعت ثابت حرکات انتقالی خودشونو انجام میدن ، حالا سوال اینجاست که سرعت RF چقدره؟! سرعت فرکانس های رادیویی در خلاء دقیقا با سرعت نور برابری میکنه ، اما در هوا سرعتش کمی کمتر از سرعت نوره .

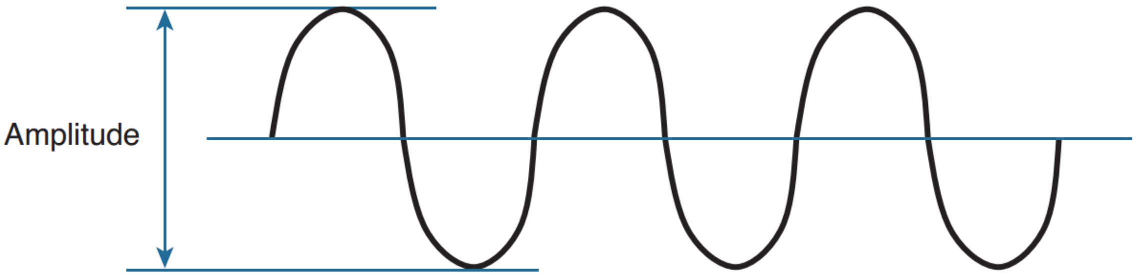
نکته مهم : در نظر داشته باشید که هرچقدر طول موج کاهش پیدا کند ، مقدار فرکانس افزایش پیدا میکند. و به عبارت دیگر ، هرچه طول موج بیشتر باشد مقدار مسافت قابل پیمایش افزایش می یابد اما مقدار قدرت آن کاهش می یابد و بالعکس! مقدار طول موج ، در طراحی و تعیین سطح آنتن ها بسیار موثر و مفید است.

بررسی قدرت RF و dB

برای انتقال یک سیگنال RF ، که از طریق هوا به نوعی پخش میشه ، برای اطمینان حاصل کردن از اینکه توسط مقصد دریافت شده باشه یا سیگنال ها توسط مقصد فهمیده شده باشه ؛ باید سیگنال ها با قدرت و انرژی کافی راهی این سفر طولانی بشن.در مقاله نخست ، مثالی از تلاش دو نفر برای ارتباط باهم رو با استفاده از یه طناب مطرح کردیم .تصور کنید ، فرستنده بطور پی در پی دستشو بالا پایین ببره ، خب اون داخل طناب موج ایجاد میکنه ، اما این موج بعد از مدتی تعدیل میره و تموم میشه ؛ چرا؟! چون فاکتور هایی مثل وزن طناب ، جاذبه و غیره بر روی موج های ایجاد شده تاثیر میذاره.برای اینکه موج های تعدیل نره و محدوده بیشتری رو پشتیبانی کنه ، فرستنده باید با قدرت بیشتر و فشار بیشتری دستشو بالا پایین ببره ! این قدرت در دنیای وایرلس به Amplitude یا دامنه و نوسان سیگنال معروفه !

نکته Amplitude : عبارتست از : طول بالاترین نقطه تا پایین ترین نقطه شکل موجیِ سیگنال.

برای درک بهتر مفهوم " دامنه سیگنال " به شکل زیر دقت کنید :



نکته : قدرت سیگنال RF معمولا با واحد وات (W) اندازه گیری میشود.

برای مثال :

1 .قدرت باند رادیو AM برابر است با : 50,000 وات

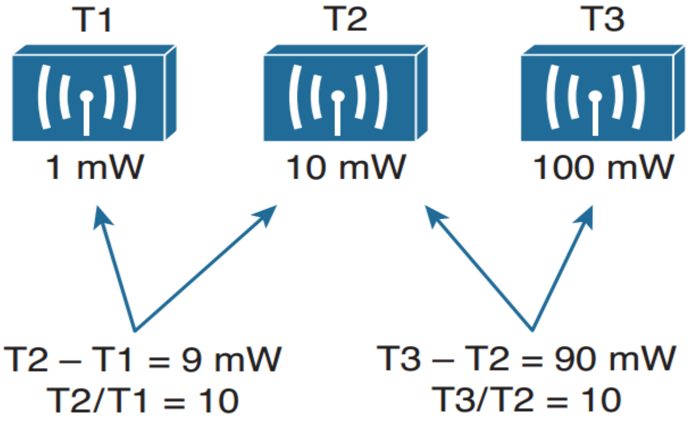
2 .قدرت باند رادیو FM برابر است با : 16,000 وات

اگر بخواهیم قدرت باند های فوق رو با فرستنده های وایرلسی مقایسه کنیم به عدد های به مراتب پایین تری برخواهیم خورد ؛ بطوری که قدرت این فرستنده ها معمولا بین 0.1 وات (100 میلی وات) و 0.001 وات (1 میلی وات) میباشد .

نکته : وقتی که قدرت سیگنال ها با " وات " و " میلی وات " اندازه گیری میشه ، تصور این بوجود میاد که این یه اندازه گیری مطلق و تامه ، به معنای دیگه چیزیه که برای اندازه گیری این که دقیقا چقدر انرژی در RF نهفته است.

مقایسه سطوح قدرت بین فرستنده ها

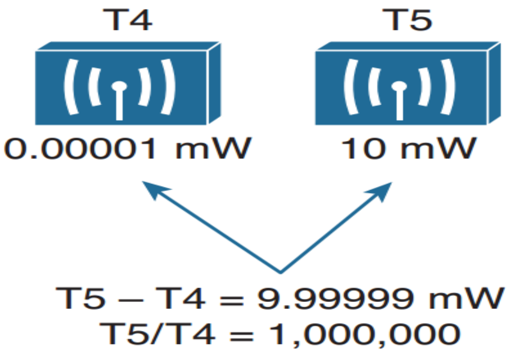
گاهی اوقات به دلایل گوناگون مهندسان شبکه نیاز دارن تا سطح قدرت دو فرستنده متفاوت رو باهمدیگه مقایسه کنند.برای مثال , شکل زیر رو در نظر بگیرید و تصور کنید که T1 در حال انتقال سیگنال هایی با قدرت 1 mW یا (1 میلی وات) هست ، در حالی T2 در حال منتشر ساختن سیگنال هایی با قدرت 10 mW میباشد.با یه تفریق ساده ، به این نتیجه میرسیم کهT2 ، به اندازه 9 mW قوی تر از T1 هست ؛ و همچنین میبینید که T2 به اندازه 10 برابری قوی تر از T1 هست .


T1
T2
T3
1 mW
10 mW
100 mW
T2 – T1 = 9 mW
T2/T1 = 10
T3 – T2 = 90 mW
T3/T2 = 10

حالا بیاید و فرستنده های T2 و T3 رو باهم مقایسه کنید.همونطور که میبینید ، حاصل تفریق بین این دو فرستنده مقدار 90 میلی وات هست اما T3 دوباره 10 برابر بزرگتر از T2هست . در هر دو مثال مشاهده میکنید که تفریق کردن نتیجه ای متفاوت از تقسیم کردن به ما میده .پس ما باید به کدوم روش برای پیدا کردن اختلاف بین فرستنده ها استناد کنیم ؟

نکته : دوستان توجه کنید که کمیت هایی مثل مقدار نیروی مطلق ، با ترتیب بزرگی متفاوت است.

یک مثال دیگه همانند مثال فوق ، رو در زیر برای فهم بهتر مشاهده کنید :


T4
T5
0.00001 mW
10 mW
T5 – T4 = 9.99999 mW
T5/T4 = 1,000,000

در مثال بالا ، مشاهده میکنید که T4 برابره با 0.0001 میلی وات و T5 برابره با 10 میلی وات . اگه این دو مقدار رو از هم کم کنیم به عدد 9.99999 بر میخوریم در صورتی که T5 در واقع 1000000 برابر بزرگتر از T4 هست!!! چرا؟ چون به تعبیری مقدار قدرت یا نیروی مطلق میتونه در دامنه و طیف وسیعی سقوط داشته باشه ، از یه عدد دودویی بسیار ریز گرفته تا صدها ، هزار ها یا مقدار های بسیار بزرگتر ، بنابراین ؛ ما نیاز به راهی داریم که دامنه تصاعدی رو به دامنه خطی تبدیل کنیم. راه حلی که پیشنهاد میشه استفاده از مکانیزم و اهرم " لگاریتم " برای این کاره. در یک کلام ، لگاریتم عملکردی داره که مقدار ها رو به ترتیب بزرگی میگیره و فضای اونارو بطور مساوی در محدوده های مناسب تقسیم میکنه .

مفهوم دسیبل(dB)

"دسیبل" یه عملکرد دم دستیه که از لگاریتم برای مقایسه یک اندازه گیری مطلق به دیگری استفاده میکنه. بطور کلی ، دسیبل برای مقایسه شدت سطوح صدا گسترش پیدا کرده اما بطور واضح و مستقیم برای مقایسه سطوح انرژی هم استفاده میشه .

حالا عملکرد کلی dB به شکلی هست ؟! بعد از اینکه مقدار انرژی به مقیاس های لگاریتمی یکسانی تبدیل شد ، دو مقدار باید از هم کم شوند تا تفاوت هاش معلوم شه . برای درک بهتر مفاهیم توضیح داده شده در مورد دسیبل و عملکرد اون به مثال زیر دقت کنید :

$$dB = 10(log_{10}P2 - log_{10}P1)$$

در مثال صفحه قبل ، P2 در مرکز توجه قرار داره اما P1 معمولا بعنوان مقدار مرجع یا منبع مقایسه شناخته میشه .تفاوت بین این دو لگاریتم رو به شکل دیگه ای هم میشه نوشت بدین صورت که با فقط یک لگاریتم و تقسیم P2 برP1 ، مقدار dB بدست بیاد . به شکل و مثال زیر دقت کنید :

$$dB = 10log_{10}\left(\frac{P2}{P1}\right)$$

در اینجا ، ابتدا نسبت دو نیروی مطلق محاسبه میشه ؛ بعد از اون این نسبت به دست اومده تبدیل میشه به مقیاس لگاریتمی که در قبل اشاره شد .

نکته : دقت داشته باشید که مدل معادله تفریقی یا نسبتی لگاریتمی که توضیح داده شد ، مرسوم ترین روش در دنیای مهندسی وایرلس میباشد.

نکته : دوستان دونستن این مفاهیم برای شرکت در آزمون CCNA Wireless 200-355 WIFUND الزامیه ، چون بخشی از سوالاتش مربوط به همین مباحث هست.

قوانین مهمdB

همونطور که اشاره کردیم ، برای مقایسه Power-Level باید یکسری محاسبات طبق روش های گفته شده ، انجام داد اما در این مقاله به معرفی سه مورد از قوانین مقایسه سطوح نیرو فرستنده ها بصورت ذهنی با استفاده از dB ، میپردازیم.اگه شما متقاضی آزمون CCNA Wireless هستید ، به خاطر سپردن این سه قانون که بر پایه تغییرات dB از 0 ، 3 و 10 هست ، برای شما حیاتیه چون قطعا شما باید بدون ماشین حساب و با دونستن این قوانین اقدام به حل معادلات کنید .

نکته : این قوانین تحت عناوینِ : 1. قانون صفر ها 2. قانون 3ها 3. قانون 10ها شناخته میشود ؛ که به بررسی آنها میپردازیم:

1 . قانون صفرها : زمانی که dB برابر صفر شد ، یعنی 2 مقدار قدرت مطلقی که توسط Transmitter ارسال میشوند ، باهمدیگه برابرند.حالا وقتی دو مقدار نیرو باهمدیگه برابر باشند ، نسبت درون لگاریتم 1 میشه و log10(1) برابر 0 میشه. در دنیای وایرلس به این قانون " شهودی (Intuitive)" هست و اگه دو سطح قدرت باهم برابر باشن ، یکی dB 0 از اون یکی بیشتره .

2 . قانون 3ها : زمانی که dB برابر 3 باشه ، یعنی مقدار تغییرات قدرت آنتن ها (قدرت مقدار مرجع) در واقع دو برابر میشه ، بنابراین ؛ نتیجه میگیریم که اگه dB برابر 3- باشه مقدار تغییرات قدرت مرجع نصف میشه .

به تعبیری اگه P2 دو برابر P1 باشه ، نسبت بینش همیشه برابر 2 خواهد بود ، بنابراین ؛
log10(2) = 3 dB10

پس اگه نسبت 12 باشه ، log10(12) = –3 dB10

نکته : قانون 3 ها ، همانند قانون صفرها شهودی نیست اما یادگیری آن آسان است.

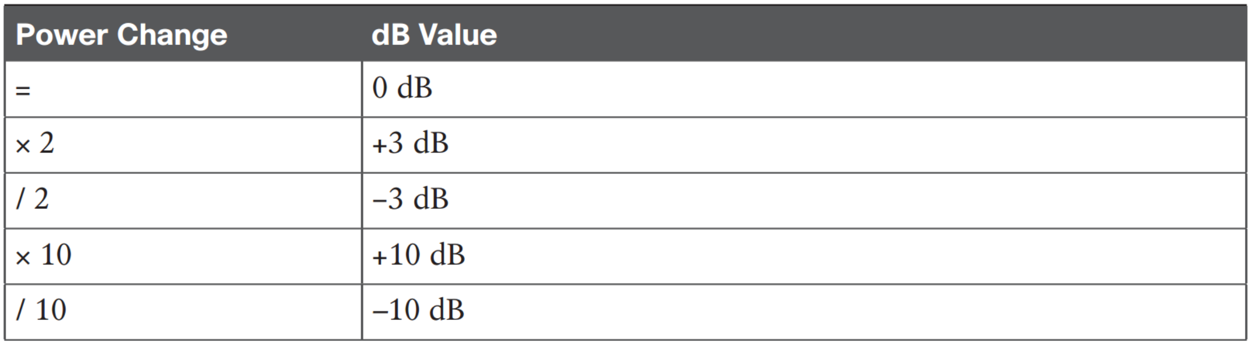
به طور خلاصه ؛ هرموقع Power Level یا سطح قدرت فرستنده دوبرابر شد ، اون به اندازه 3 dBافزایش پیدا میکنه و هرموقع نصف شد ، به مقدار 3 dB-کاهش پیدا میکنه .

3. قانون 10 ها : زمانی که dB برابر 10 باشه ، مقدار تغییرات قدرت آنتن ها در واقع به همون اندازه 10 برابر میشه ؛ بنابراین ، اگه مقدار dB برابر –10 بشه ، مقدار تغییرات نیروی فرستنده برابر 10/1 خواهد شد .

به تعبیری هنگامی کهP2 ، ده برابر P1 باشد ، همیشه نسبت آنها برابرِ 10 است. بنابراین ؛ log10(10) = 10 dB10

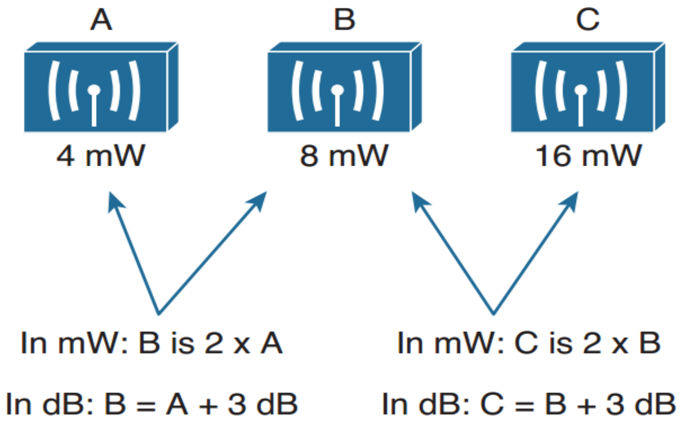
پس زمانی که P2 یک دهمِ P2 باشد ، نسبت 110 خواهد شد و داریم : log10(110) = –10 dB.10

برای درک بهتر مفاهیم مربوط به قوانین dB به جدول زیر دقت کنید :



Power Change	dB Value
=	0 dB
× 2	+3 dB
/ 2	–3 dB
× 10	+10 dB
/ 10	–10 dB

بنظرم برای بهتر متوجه شدن این مبحث ، بهتره یه مثال بزنیم تا بفهمیم که میتونیم دو سطح انرژی رو باهم مقایسه کنیم و یا خیر ! به شکل زیر دقت کنید :

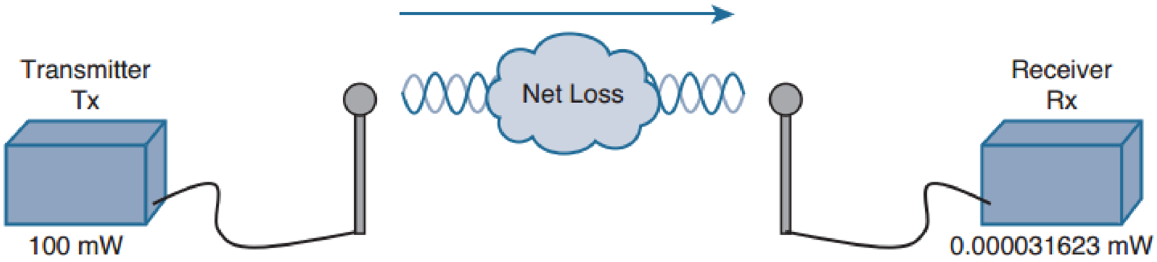

A
B
C
4 mW
8 mW
16 mW
In mW: B is 2 x A
In dB: B = A + 3 dB
In mW: C is 2 x B
In dB: C = B + 3 dB

در مثال فوق ؛ A ، B و C در حال انتقال مقدار 4 ، 8 و 16 میلی وات انرژی هستند و این در حالی است که مقدار انتقالی B دوبرابر A هست ، بنابراین ؛ B باید 3 dB بزرگتر از A باشد همچنین مقدار C دوبرابر مقدار B هست ، پس باید C هم باید 3 dB بزرگتر از B باشد. همچنین میتونیم A و C رو مقایسه کنیم. برای رسیدن از A به C ما باید مقدار Aرو دو دفعه ، دو برابر کنیم ؛ که هربار باید 3 dBرو بهش اضافه کنیم پس یعنی:

$$C = 6dB + A$$

مقایسه قدرت Transmitter ها و Receiver ها در قالب dBm

فراتر از مقایسه دو فرستنده (Transmitter) ، برای مهندسی شبکه های وایرلس باید به سیگنال های رادیویی که از فرستنده به سمت گیرنده (Receiver) منتقل میشن هم دقت داشت. بهرحال ؛ فرستادن سیگنال برای فرستنده کارِ بیهوده و بی معنی هست تا زمانی که گیرنده ای وجود نداشته باشه تا سیگنال هارو دریافت کنه و ازشون استفاده کنه.برای اینکه شما دوستان یه تصور کلی از فرستنده و گیرنده و عوامل تاثیر گذار در سیگنال رد و بدل شده بین اونا ، داشته باشید ، به شکل زیر دقت کنید :



شکل فوق ، یک سناریو ساده با Transmitter و Receiver رو نشون میده. هیچ چیزی در دنیای واقعی ایده آل نیست ، پس هنگام تبادل سیگنال بین فرستنده و گیرنده هم ، تلف شدن انرژی اتفاق میوفته که اصطلاحا در دنیای وایرلس به " Net Loss " یا " ضرر خالص " معروفه. تصور کنید که شما قادر به اندازه گیری انرژی فرستاده شده یا اصطلاحا رها شده توسط فرستنده هستید ، در این صورت میتونید مشاهده کنید که Net loss چقدر بر روی سیگنال ها تاثیر میذاره . برای مثال : مثال بالا رو در نظر داشته بگیرید. اگه انرژی فرستنده رو اندازه بگیرید ، در موقع ارسال انرژی معادل 100 میلی وات خواهد داشت اما زمانی که سیگنال به گیرنده میرسه ، انرژی معادل 0.000031623 میلی وات خواهد داشت ؛ یعنی ، انرژی فوق العاده پایین تری نسبت به فرستنده .

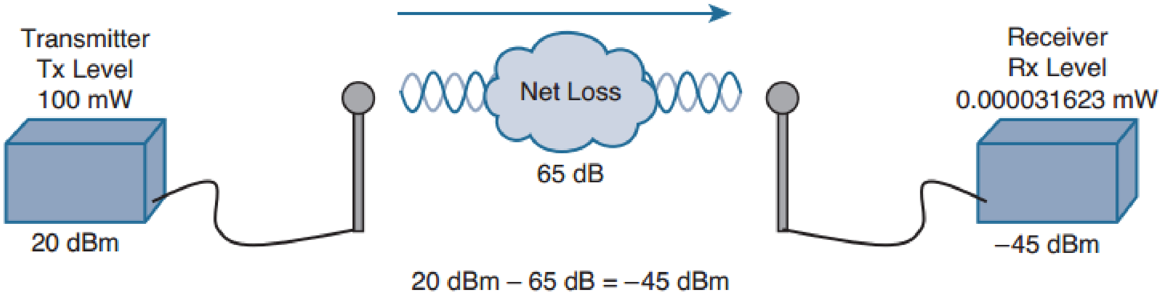
قاعدتا این موضوع زیاد خوشایند نیست ، اما به هرحال راه های مختلفی برای بهبود بخشیدن به سیگنال دریافت شده توسط گیرنده وجود داره. راهکار های ساده ای مثل : تغییر موقعیت فیزیکی بین فرستنده و گیرنده و از بین بردن موانع بین اونا. البته این نکته بسیار حائز اهمیته که باید جوری مسیر سیگنال ها رو مهندسی کنید که قدرت سیگنال های دریاقتی در سطح مناسبی قرار بگیره.حالا موضوعی که ما داریم راجبش بحث میکنیم ، موضوع مقایسه قدرت سیگنال های دریافتی و قدرت سیگنال های ارسالیه. در اینجا ما یه فرمولی رو معرفی میکنیم که شما با استفاده از اون میتونید نسبت اختلاف قدرت سیگنال های ارسالی و دریافتی رو بر حسب دسیبل (dB) بدست بیارید ... با توجه به مثال بالا ، به فرمول زیر دقت کنید :

$$dB = 10log_{10}\left(\frac{0.000031623\,mW}{100\,mW}\right) = -65\,dB$$

با توجه به رابطه صفحه گذشته ، مقدار انرژی هدر رفته در مثال بالا برابر با 65- دسیبل هست. از روش های بهتر دیگه برای مقایسه قدرت هدر رفته در طول مسیر سیگنال اینه که بدون در نظر گرفتن مقدار قدرت مطلق ، شما میتونید فقط به مقدار تغییر نیرو که در مراحل مختلف در طول مسیر سیگنال رخ میده ، دقت کنید. به تعبیر دیگه ، هر سطح انرژی رو تبدیل به dB کنیم ، بعدش خیلی راحت مقدار بدست اومده رو در امتداد مسیر اضافه میکنیم .

نکته : در شبکه های وایرلس ، قدرت مرجع معمولا برابرِ 1 mW هست ، بنابراین ؛ معمولا واحدِ اندازه گیری انرژی تلف شده میان فرستنده و گیرنده در دنیای وایرلس dbm (dB-milliwatt) هست.

اگه به سناریو یا مثال قبل برگردیم ، با توجه به توضیحات داده شده ، میتونیم مقدار انرژی کامل یا مطلقی که در Transmitter و Receiver وجود داره رو تبدیل dBm کنیم.به شکل زیر دقت کنید :


Transmitter
Tx Level
100 mW
20 dBm
Net Loss
65 dB
Receiver
Rx Level
0.000031623 mW
–45 dBm
20 dBm – 65 dB = –45 dBm

نکته : همانطور که گفته شد ، مقدار dBm میتونه در امتداد مسیر اضافه بشه ، یعنی مقدار dBm فرستنده + مقدار dBm تلف شده = مقدار dBm سیگنال دریافتی توسط گیرنده.

تغییرات نیروی سیگنال های رادیویی در طول مسیر

تا اینجا ، خود فرستنده و آنتن اون رو تحت یک عنوان فرض کردیم ؛ که این فرضیه میتونه یه فرضیه منطقی باشه ، چون بسیاری از اکسس پوینت های وایرلس ، دارای آنتن داخلی هستند. اما در واقع ، فرستنده ، آنتن اون و کابلی که اونارو به هم متصل میکنه ، همگی اجزای مجزایی هستند که نه تنها RF سیگنال ها رو انتشار میدن بلکه روی سطوح کلی انرژی تاثیر گذارند .

نکته : زمانی که یک آنتن به یک فرستنده متصل میشود ، جدای از اهمیت تنها خود فرستنده ، تاثیر بسزایی در انتقال سیگنال های رادیویی به گیرنده دارد.

نکته : تنها زمانی که آنتن به فرستنده متصل میشود ، میتواند در انتقال امواج مثمر ثمر باشد ولی آنتن ها به تنهایی نمیتوانند هیچگونه انرژی تولید یا تقویت کنند.

نکته مهم : برای اندازه گیری مقدار امواجی که آنتن ها میتوانند تقویت کنند یا دریافت کنند ، باید آن را با عملکرد آنتن مرجع مقایسه کنند که نتیجه حاصله در قالب dB بیان میشود.

نکته : معمولا در دنیای وایرلس ، آنتن مرجع را " آنتن ایزوتروپیک یا همگرا (Isotropic)" مینامند ، که توانایی آن در تقویت سیگنال ها یا دریافت آنها بر اساس واحد (dBi (dB Isotropic سنجیده میشود.

آنتن ایزوتروپیک ، در واقع آنتنیه که بتونه سیگنال ها رو در همه جهات منتقل کنه و زاویه 360 درجه ای رو پوشش بده ؛ که با کمی درنگ به این نتیجه میرسیم که همچین آنتن ایده آلی اصلا وجود نداره . چرا؟ چون سایز اون باید بسیار ریز باشه و ابعاد اون باید ابعادی شبیه یه کُره باشه و همچنین امواج رادیویی رو به طور مساوی در همه جهات منتشر کنه. هیچکدوم از آنتن های فیزیکی قادر به همچین کاری نیستند .

نکته : عملکرد آنتن های ایزوتروپیک میتواند بر اساس فرمول های RF سنجیده شود ، و بعنوان یک مرجع جهانی برای هر آنتن شناخته شود و عملکرد ، قدرت و بسیاری موارد از آنتن های دیگر بر اساس آنتن های ایزوتروپیک شناخته شود.

مفهوم EIRP

در برخی موارد ، بخاطر کیفیت فیزیکی کابلی که به آنتن متصله ، کمی تلف شدن سیگنال ممکنه رخ بده . فروشندگان کابل ها ، این تلف شدن انرژی کابل هارو بر اساس dB بر متر/ فوت ، با توجه به طول کابل بیان میکنن .

وقتی که شما با ترکیبی از مفاهیمِ : سطوح قدرت فرستنده ، طول کابل و میزان دریافتی آنتن آشنتا باشید ؛ به راحتی میتوانید سطح مقدار نیرویی که اصطلاحا توسط آنتن متشعشع میشه رو بدست بیارید .

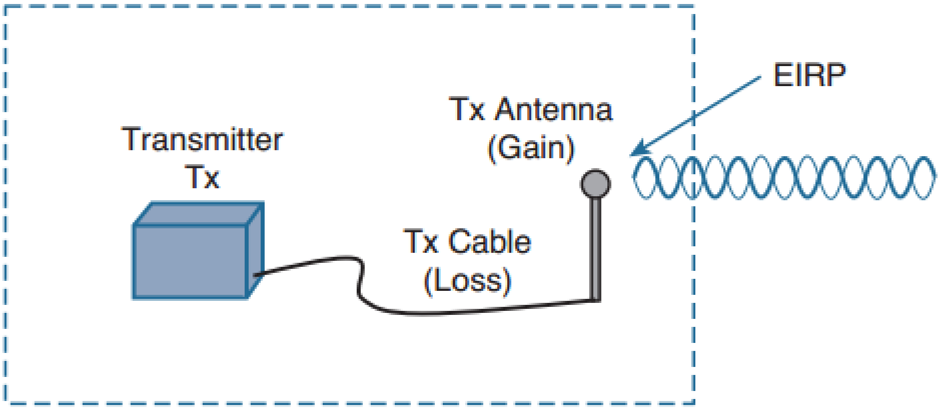
این عمل در اصطلاح به " توان تابشیِ موثر ایزوتروپیک " یا " Effective Isotropic Radiated Power (EIRP) " در دنیای وایرلس شناخته میشه .

EIRP، یک پارامتر بسیار مهمه ، بخاطر اینکه در اکثر کشورا EIRP تحت نظارت سازمان های دولتی قرار داره .

در این موارد که EIRP توسط سازمان ها و مراکز دولتی کنترل میشه ، سیستم نمیتونه سیگنالی رو بیشتر از میزان Maxumum مقدار مجاز ِ EIRP، متشعشع کنه .

حالا اینجا سوالی که احتمالا تو ذهنتون ایجاد شده اینه که چجوری اصلا میتونیم EIRP یک سیستم رو بدست بیاریم ؟! پاسخ خیلی سادس ؛ تنها کافیه سطح انرژی یا قدرت فرستنده رو با میزان دریافتی آنتن جمع کنیم و میزان اتلاف کابل رو از اون کم کنیم .

مثال 1 : به شکل زیر دقت کنید:



EIRP = Tx Power – Tx Cable + Tx Antenna

مثال 2 : تصور کنید که ، یک فرستنده با میزان قدرت 10 dBmیا به عبارتی 10 mW داریم. یک کابل با اتلاف 5 dBبه فرستنده متصل شده و میزان دریافتی آنتن هم 8 dBi باشد. با توجه به اطلاعات داده شده میزان EIRP را بدست بیاورید.

پاسخ مثال فوق عبارتست از : 10 dBm - 5dB + 8dBi = 13dBm

نکته مهم : اگر به مثال های فوق دقت کرده باشید ، به این نتیجه رسیدید که EIRP با واحد های مختلفی از جمله : decibel-milliwatt (dBm) و "دسیبلی که مربوط به آنتن ایزوتروپیک" است (dBi) و مقدار خود dB (که معمولا واحد مقدار اتلاف آنتن میباشد) کار میکند و قاعدتا این تصور بوجود می آید که آنها باید به یک واحد خاصی برای محاسبه تبدیل شوند ولی این در صورتی است که برای محاسبه EIRP ، ما تمام واحد ها را با یکدیگر ترکیب میکنیم.

آنتن های Dipole

مشاهده کردید که EIRP چگونه محاسبه شد ، و همچنین دیدید که در محاسبه مقدار EIRP از چندین واحد گوناگون (dB - dBi - dBm) و ... استفاده شد .

همچنین ، گفتیم که هیچ تفاوتی میان این واحد ها برای محاسبه EIRP نیست یعنی در واقع مفهوم " واحد " برای محاسبه EIRP مطرح نمیشه اما زمانی که میزان توانایی آنتن در دریافت سیگنال بر حسب (dB-dipole) dBd- سنجیده شود ، مفهوم واحد برای محاسبات مطرح خواهد شد .

آنتن های dipole (دو قطبی) ، در گذشته بجای آنتن های ایزوتروپیک بعنوان مرجع استفاده میشده است .

یک آنتن دایپل ، قدرت دریافتی به میزان 2.14 dBi را دارا میباشد ؛ بنابراین اگر در توپولوژی مربوط به شبکه های وایرلس ، آنتن دو قطبی را مشاهده کردید و قصد داشتید میزان اتلاف قدرت انتقالی یا بهرحال هرگونه محاسباتی را انجام دهید ، میتوانید بجای آن واحد dBi را استفاده کنید و برای آنتن دایپل میزان 2.14 dBi را در نظر بگیرید .

بحث های مربوط به محاسبه Power-Level ، با EIRP به اتمام نمیرسد و شما باید به کل مسیری که سیگنال طی میکند دقت داشته باشید ، و برای اینکه مطمئن باشید که سیگنال انتقالی قدرت کافی برای رسیدن به گیرنده را داشته باید به مفهومی به نام Link Budget که در مباحث پیشرفته CCNA Wireless توضیح خواهد داشته شد دقت کنید .

Power-Level در گیرنده (مفهوم RSSI)

در قسمت گیرنده در انتهای مسیر نهایی انتقال ، گیرنده انتظار دارد تا سیگنال موثری را دریافت کند که از قبل پیش بینی و تعیین شده ، با انرژی کافی و همچنین فرکانس های دریافتی باید حامل اطلاعات مفید و قابل تجزیه تحلیل برای گیرنده باشد .

گیرنده ها انرژی سیگنال ها را بر اساس dBm اندازه میگیرند که به Received Signal Strength Indicator (RSSI) معروف میباشد .

زمانی که شما با دیوایس های Wireless LAN کار میکنید ، محدوده عادی انرژی EIRP سیگنال هایی که آنتن را به مقصد گیرنده ترک میکند معمولا از 1 mW تا 100 mW میباشد .

زمانی که این سیگنال ها ، به مقصد میرسند انرژی به مراتب پایین تری خواهند داشت بطوری که در سمت گیرنده ، انرژی سیگنال ها از 1 mW تا عددی نزدیک به 0 mW خواهد بود .

اگر بخواهیم انرژی سیگنال های دریافتی توسط گیرنده ها را تحت میلی دسیبل که محور اصلی بحث ماست ، حساب کنیم ؛ میزان تغییرات آن از 0 dBm تا 100 dBm- خواهد بود .

بنابراین ؛ RSSI سیگنال های دریافتی توسط گیرنده از 0 تا 100- میباشد. این در حالی است که 0 قوی ترین و 100- ضعیف ترین سیگنال میباشد .

نکته : مقادیر RSSI باید بر حسب dBm محاسبه شود.

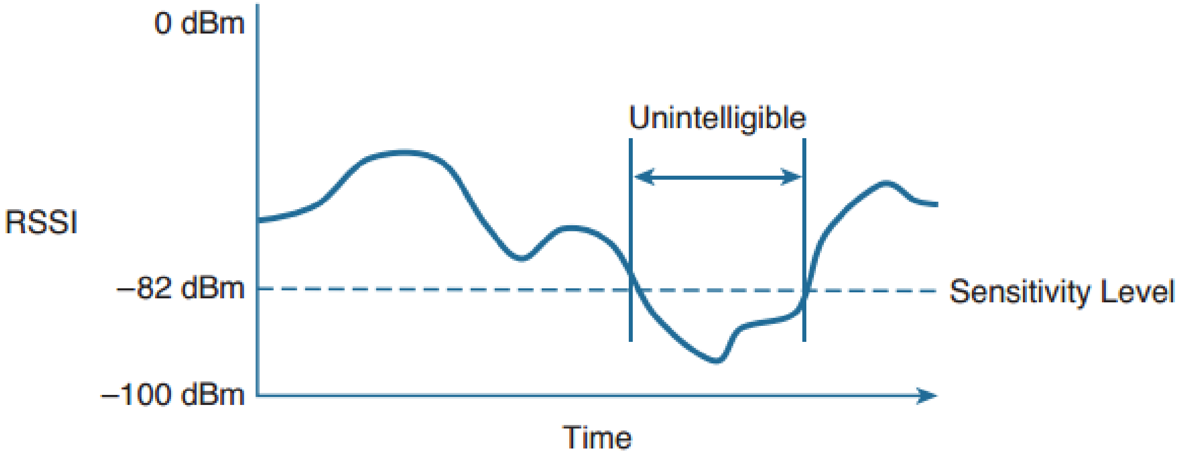
نکته : مقادیر RSSI میتواند بین سخت افزار های گیرنده متفاوت باشد.

با فرض اینکه یک Transmitter سیگنال های RF را با انرژی کافی ارسال کند تا بتواند به Receiver برسد ، RSSI چه کاربرد مفیدی خواهد داشت؟

هر Reveiver یک sensitivity level یا سطح حساسیت دارد ، که سیگنال های قابل فهم را از سیگنال های غیرقابل فهم متمایز میکند .

نکته : هر چقدر قدرت سیگنال دریافتی از میزان Sensivity Level بالاتر باشد ، شانس فهمیدن داده های ارسال برای گیرنده بیشتر خواهد بود.

برای درک بهتر این موضوع به شکل زیر دقت کنید :



RSSI، فقط بر روی این موضوع تمرکز دارد تا تنها سیگنال هایی را دریافت کند که انتظار دارد ، بدون دقت به اینکه ممکن است سیگنال های دیگری را نیز دریافت کند .

تمام سیگنال های دیگری که بر روی همان فرکانس دریافت خواهند شد ، تحت عنوان " Noise "شناخته میشود .

سطح Noise یا میانگین قدرت سیگنال های Noise در دنیای وایرلس به " Noise Floor " معروف میباشند .

نکته قابل توجه اینجاست که در صورتی میشود Noise Floor را نادیده گرفت که ، به اندازه کافی پایین تر از آنچه باشد که شما میشنوید .

برای مثال ، تصور کنید شما در کتابخانه ای هستید و مشغول مطالعه میباشید ، و دو نفر به آرامی در حال پچ پچ هستند. در این صورت تاثیر چندانی بر میزان کیفیت مطالعه شما نخواهند داشت به دلیل اینکه میزان Noise Floor آن دو نفر بسیار پایین تر از میزان Sensitivity Level شما میباشد .

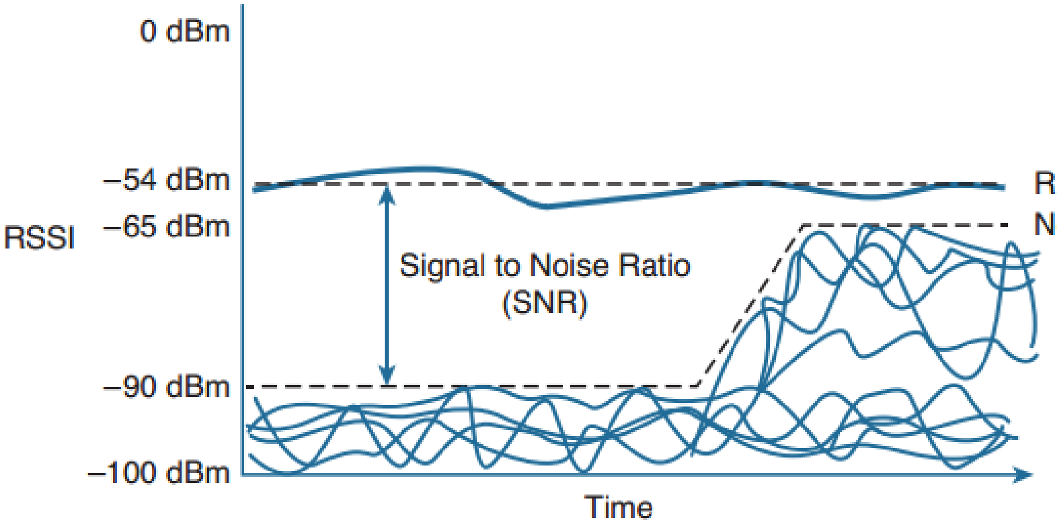
اما همان دو نفر بسیار آزردهنده خواهند بود اگر به بلندی شروع به صحبت کنند در حدی که شما نتوانید به فعالیت عادی خود بپردازید .

در مورد RF Signal ها هم این مسئله صادق است ، فرکانس سیگنال های مورد انتظار باید بسیار بیشتر از میزان فرکانس Noise Floor باشند تا گیرنده بتواند به درستی آنها دریافت کند .

نکته مهم : تفاوت میان سیگنال مفید و Noise به Signal-to-noise ratio یا SNRمعروف میباشد ، که با واحد dB اندازه گیری میشود.

نکته : قاعدتا با توجه به توضیحات فوق ، هرچقدر مقدار SNR بالاتر باشد ، بهتر است.

به مثال زیر دقت کنید :



در مثال فوق ، RSSI با مقدار Noise Floor دریافتی توسط گیرنده مقایسه شده است. میانگین RSSI دریافتی تقریبا –dBm54 میباشد. در سمت چپ از شکل ، میزان Noise-Floor برابر با –90 dBm میباشد .

حمل (انتقال) داده بر بستر RF Signal

تا این قسمت از این سری مقاله های آموزشی ، فقط ویژگی و خصوصیت سیگنال های رادیویی و مسائل مربوط به آن مورد بحث قرار گرفته است.همانطور ک میدونید و اشاره کردیم ، RF Signalها در قالب یک شکل سینوسی میباشند ؛ و همانطور که میدونید ، فرکانس ، میدان نوسان (Amplitude) و Phase همه " ثابت " هستند .

نکته : ثابتِ فرکانس های قابل پیش بینی در دنیای وایرلس بسیار مهم و پر اهمیت هستند ، به دلیل اینکه گیرنده به یک " آهنگ " برای فرکانس های خود نیاز دارد تا بتواند سیگنال را در همان رده اول دریافت کند و هیچگونه Collision یا Noiseیی نتواند در امر فرستادن و دریافت سیگنال ها اختلال ایجاد کند.

مقدماتی و بیسیک ترین RF سیگنال ها تحت عنوان " Carrier Signal " یا " سیگنال حامل " شناخته میشوند ، به دلیل اینکه این سیگنال ها برای حملِ اطلاعات مفید دیگر استفاده میشد.

بنابراین ؛ با توجه به سیگنال های رادیویی AM و FM ، به این نکته میرسیم که سیگنال های حامل همچنین ، سیگنال های صوتی را نیز انتقال میدهند .

نکته RF : سیگنال های متعددی تحت عناوین گوناگون وجود دارند از جمله "TV Carrier Signal" و "Wireless LAN Carrier Signal " ؛ که:

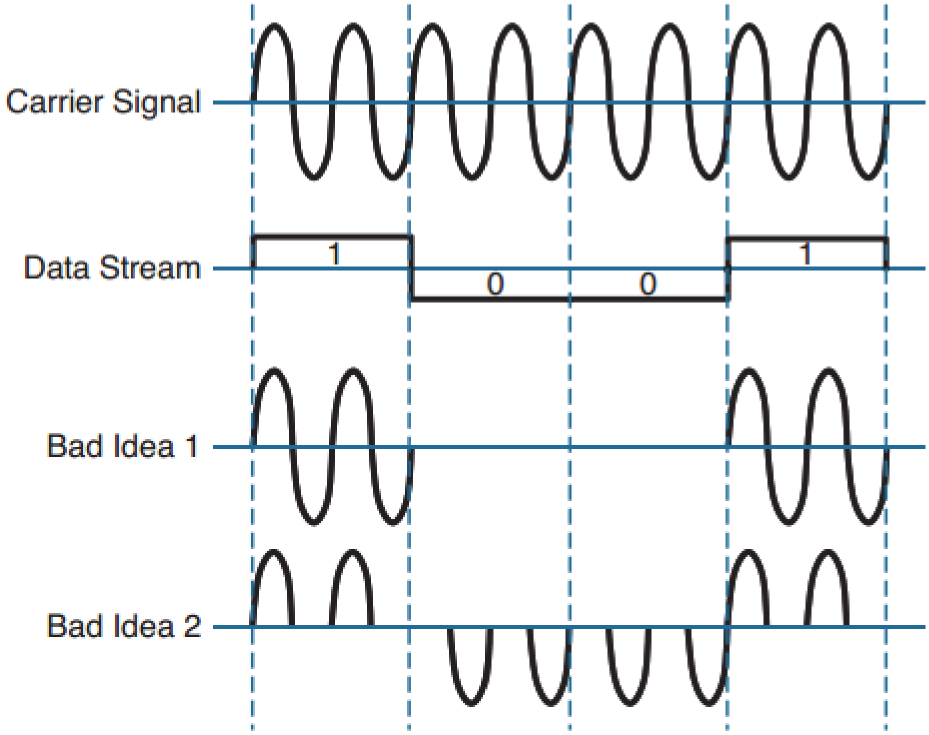
TV Carrier Signal : سیگنال هایی هستند که هم " صوت " و هم " تصویر " را میتوانند به سوی گیرنده هدایت کنند.

Wireless LAN Carrier Signalها : فقط سیگنال های حاملِ " داده " را انتقال میدهند که این داده میتواند هر چیزی باشد و محور اصلی بحث اصلی ما هم این نوع سیگنال ها میباشد.

نکته: برای اضافه کردن داده برای حمل بر روی Wireless LAN Carrier Signal ، فرکانس حامل سیگنال اصلی نیز باید حفظ شود ؛ یعنی فرکانس باید حاوی مکانیزم یا به قولی طرح هایی باشد که به سیگنال توانایی تشخصی یک 0 بیتی با یک 1 بیتی را بدهد.

نکته: آنچه بعنوان مکانیزم یا طرح برای تشخیص داده های 0 بیتی و 1 بیتی یاد شد ، باید هم در فرستنده و هم در گیرنده بطور یکسان پیاده سازی شود تا بیت های داده ارسالی به درستی توسط گیرنده تفسیر شود.

به شکل زیر دقت کنید :



شکل فوق ، سیگنال های حامل داده را نشان میدهد که با یک فرکانس ثابت در حال حرکت هستند. مقدار داده همانطور که مشاهده میکنید 1 0 0 1 میباشد ، و در حال انتقال بر بروی سیگنال های حامل هستند ، اما چگونه؟ یک ایده ساده و کلی و شاید اولین پاسخی به ذهن خطور کند ، این است که ، میتوانیم از مقادیر هر بیت از داده استفاده کنیم تا تا سیگنال حامل را فعال و یا غیرفعال کنیم تا همواره حرکات موجی خود را ادامه دهند .

با توجه به شکل صفحه قبل ، Bad Idea 1 چه چیزی را نشان میدهد؟

فرستنده ، تنها زمانی قادر است تا سیگنالی را مشاهده کند که مقدار آن سیگنال به درستی به _1 بیت تفسیر شده باشد ، اما هیچ سیگنالی وجود ندارد تا مقدار مشخص 0 بیت_ را دریافت کند. اگر سیگنال ضعیف شود یا به دلایلی برای مدت زمان مشخص در دسترس نباشد ، گیرنده به نادرستی فکر میکند که فرستنده مقدار 0 بیت را منتقل کرده است و به دلیل اینکه سیگنال بطور ناقص و نادرست ارسال میشود ، در روند تفسیر اطلاعات ارسالیِ فرستنده مشکلاتی به وجود می آید .

Bad Idea 2 ، این موضوع را به تصویر کشیده است که پیچ و تاب های مختلفی ممکن است رخ دهد و تنها نیمه بالایی مقدار **1 بیت** و نیمه پایینی مقدار **0 بیت** را معین کند.در این زمان ، قسمت هایی از سیگنال بطور ممتد دائما برای فرستنده در دسترس می باشد ، اما در واقع سیگنال ها برای دریافت غیرعملی و نشدنی است ، به دلیل اینکه قسمت های مهم هر Cycle وجود ندارند .

نکته اینجاست که برای فرستنده هم بسیار مشکل است که RF را با سیکل های بی ربط منتقل کند.

نکته : امروزه برای انتقال سیگنال های حامل داده ، از چنین روش های ساده و بی تکلفی استفاده نمیشود.

نکته : برای انتقال درست سیگنال های حامل به بهترین و درست ترین روش ، از Modulation استفاده میشود.

Modulation، در معنای لغوی به معنای " تعدیل کردن " است و فرستنده ها از این مکانیزم برای جلوگیری از رخ دادن مشکلات اشاره شده در فوق استفاده میکنند .

نکته : در طرف گیرنده ، فرآیند برعکس میشود و تفسیر های Demodulation انجام خواهد شد که یکسری اطلاعات را بر اساس تغییرات سیگنال در طی مسیر به سیگنال حاملِ دریافت شده اضافه میشود.

اهداف RF modulation

1 - حمل یا انتقال داده بر اساس سرعت یا اصطلاحا ریتم از پیش تعریف شده

2 - بطور منطقی ، سیگنال ها را از Noise ها در امان نگه میدارد .

3- بطور کلی ، بستر منطقی را برای ارسال و دریافت سیگنال های حامل داده فراهم میکند .

با توجه به خواص فیزیکی سیگنال های RF ، فرآیند Modulation فقط برای منتقل کردن ویژگی های زیر مناسب میباشد :

1 - فرکانس ها . (اما دقت داشته باشید که این کار را فقط تنها با تغییر کمی در بالا یا زیر فرکانس حامل انجام میدهد.)

2 – Phase

3 - موج (Amplitude)

نکته مهم : در تکنیک modulation ، برخی از مقدار پهنای باند (Bandwidth) نیاز است ، که در محوریتِ فرکانس های حامل قرار بگیرد. این پهنای باند اضافی تقریبا با توجه به نرخ داده ها و همچنین کمی دستکاری فرکانس حامل مورد استفاده قرار میگیرد.

نکته : اگر داده انتقالی ، نرخ انتقال نسبت پایینی داشت ، همانند ؛ سیگنال های صوتی که از طریق باند های صوتی از جمله ، AM یا FM منتقل میشوند ، مکانیزم modulation میتواند اصطلاحا سر راست باشد و به پهنای باند اضافه کمی نیاز دارد . این سیگنال ها تحت عنوان " Narrowband " (باند باریک) منتقل میشوند.

در مقابل ، Wireless LAN ها باید داده ها را در نرخ انتقال بالایی منتقل کنند ؛ بنابراین ، به میزان پهنای باند بیشتری برای عمل modulation نیاز دارد .

نکته : نتیجه نهاییِ استفاده از راه حل ها و مکانیزم های یاد شده ، این است که داده هایی که ارسال شده اند ، در سراسر دامنه (طیف) های فرکانش گسترش می یابند که تحت عنوان " Spread Spectrum " (گسترش طیف) شناخته میشوند.

در لایه فیزیکی ، Wireless LANها میتوانند به سه دسته بندی-Spread Spectrumمتفاوت شکسته شود (تقسیم شود) که محور اصلی بحث های ما در مطالب بعدی میباشند .

این سه دسته Spread Spectrum به شرح زیر میباشند:

- Frequency-hopping spread spectrum (FHSS) 1

- Direct-sequence spread spectrum (DSSS) 2

- Orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM) 3

FHSS

جدیداً در تکنولوژیWireless LAN ها ، یک رویکردی بعنوان سازگاری میان جلوگیری یا اجتناب در زمان تداخل RF و نیاز برای مدولاسیون های پیچیده شناخته شده است .

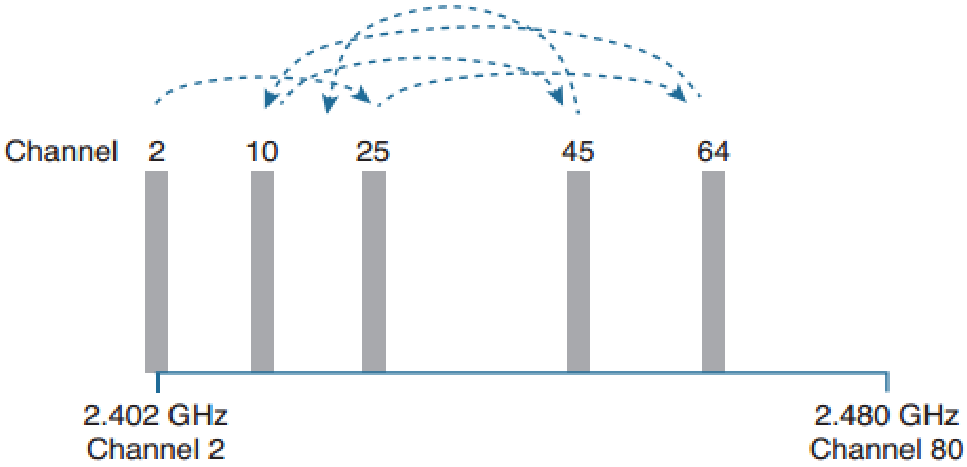
باند وایرلس ، به 79 کانال یا کمتر با پهنای باندی برای هرکدام با عرض MHz 1 تقسیم شده است .

نکته : در FHSS ، تداخلی به نام " Narrowband Interference " وجود دارد که در جایی رخ میدهد ، که سیگنال های تداخلی یا سیگنال های نامرتبط با فرکانس مورد نظر وجود داشته باشد ؛ اما این سیگنال های تداخلی تنها تعداد کمی کانال در یک زمان را تحت تاثیر خود قرار میدهند.

خب چگونه میشود از این تداخل جلوگیری کرد؟

در فرآیند انتقال (که بصورت مداوم و مستمر انجام میشود) ، نیاز به یک "hop" (پریدن) در بین فرکانس هایی که در طول هر باند هستند ، داریم ؛ که اصطلاحا به Frequency-Hopping Spread Spectrum (FHSS)"معروف میباشد .

برای درک بهتر این موضوع ، به مثال زیر بعنوان " FHSS Channel-Hopping " دقت کنید :



مثال فوق ، نشان میدهد ، تکنیک FHSS چگونه کار میکند .

همانطور که مشاهده میکنید ، در Channel 2 توالی آغاز شده است ، سپس به Channel 25,64,10,45رفته و به همین روال به کانال های مختلف منتقل میشود.

نکته : سوالی که احتمالا در ذهنتان مطرح شده ، این است که اصلا FHSS و فرآیند Hopping یا پریدن بین کانال ها چه فایده و مزیتی خواهد داشت؟! پاسخ اینست که پریدن میان کانال ها (Hopping between channels) ، منجر به ایجاد فواصل منظم خواهد شد ؛ بنابراین ، Transmitter و Receiver میتوانند با یکدیگر هماهنگ (Synchronized) بمانند؛ بعلاوه ، ترتیب پریدن ها باید از قبل معین شود که قرار بر این است که چگونه کار کند ، پس فرستنده ها همیشه میتوانند با آهنگ صحیح فرکانس ها در هر زمان ، کار کنند.

بازم احتمالا این سوال در ذهنتان مطرح شود ، که خب معایب FHSS چیست؟!

پاسخ اینست که :

1 - گفتیم که باند وایرلس ، به **79** کانال پهنای باندی عرض **1 MHz** تقسیم شده ؛ که خب همین محدودیت در عرض پهنای باند باعث خواهد شد تا نرخ داده های انتقالی را نیز تا **1** یا حداکثر **2 Mbps** کاهش دهد .

2 - محور صحبت ما در مورد گیرنده ها میباشد اما ممکن است چندین فرستنده در یک منطقه ، در کانال های یکسانی کار کنند و مکانیزم پریدنِ FHSS باعث خواهد شد، تا بالاخره سیگنال ها با یکدیگر تداخل پیدا کنند.

DSSS

DSSS یا Direct-Sequence Spread Spectrum ، بطور کلی یکی از تکنیک های مدولاسیونِ Spread-Spectrum میباشد ، که در جهت کاهش کلی تداخل سیگنال ها همانند FHSS مورد استفاده قرار میگیرد .

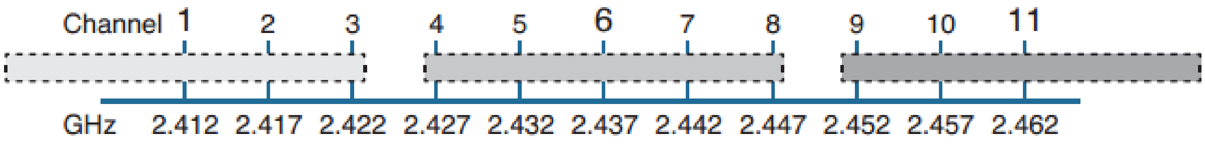
این مکانیزم ، از یکسری کانال های عریض استفاده میکند ، که میتواند مدولاسیون های پیچیده را پشتیبانی کند .

نکته : موضوع جالب و قابل توجه در مورد DSSS این است که عرض یا در واقع پهنای باند هرکدام از کانال های آن 22 MHz میباشد در صورتی همانطور که در قبل نیز اشاره کردیم ، حدااکثر نرخ داده 11 Mbps میباشد.

نکته : این کانال های عریض ، با گسترش داده ها باعث تقویت آنها میشود و این انعطاف پذیری برای تقویت داده ها منجر به اختلال بیشتر میشود.

برای مثال : در باند 2.4 GHz که در آن از DSSS استفاده شده است ، تعداد 14 کانال وجود دارد ، اما تنها 3 کانال با یکدیگر تداخل ندارند .

به شکل زیر دقت کنید :



در شکل فوق مشاهده میکنید که کانال های 1 ، 6 و 11 تنها استفاده شده اند .

DSSS، داده ها را تحت یک جریان سریالی (زنجیره ای) انتقال میدهد ، به نحوی که در یک زمان فقط 1 بیت از داده میتواند منتقل شود .

در این شیوه اینطور بنظر میرسد که یک روش بسیار ساده ایست که بیت های داده به ترتیب در فرستنده وایرلسی ذخیره میشوند ؛ اما همانطور که میدانید ، سیگنال های RF معمولا توسط عوامل بیرونی همانند : نویز یا اختلال های محیطی تاثیر میپذیرند .

برای همین ، فرستنده های داده های وایرلس چندین عملکرد را ارائه میکنند تا در جریان انتقال ، داده ها کمتر در معرض عوامل تضعیف کننده قرار بگیرند در طول مسیر که این مکانیزم و سازوکار ها عبارتند از :

1 - Scrambler (درهم سازی) : در این روش ، داده ای (بیتی از داده) که منتظر تا ارسال شود ، برای اولین بار در یک شیوه ای از پیش تعیین شده با توجه به سازوکاری ، بجای توالی های طولانی که از بیت های 0 و 1 تشکیل شده اند ، بصورت تصادفی یا رندومی داده ها را بصورت رشته های 0 و 1 بیتی تشکیل میدهد که این کار از اختلال بیشتر ، جلوگیری میکند .

2 - Coder (رمز گذاری) : در این روش هر بیت از داده ، به نوعی تبدیل به بیت های چندگانه اطلاعات میشود که که شامل الگو هایی میباشد که با دقت تنظیم یا دستکاری میشوند ؛ این الگو ها میتوانند استفاده شوند تا سیگنال هارا از خطاها ، نویز ها و اختلال ها محافظت کند .

نکته : هرکدام از این بیت های کد شده به " چیپ " معروف هستند.

نکته : گروه کاملی از این چیپ ها که در واقع بیت یک داده را نشان میدهند ، تحت عنوان " Symbol " شناخته میشوند.

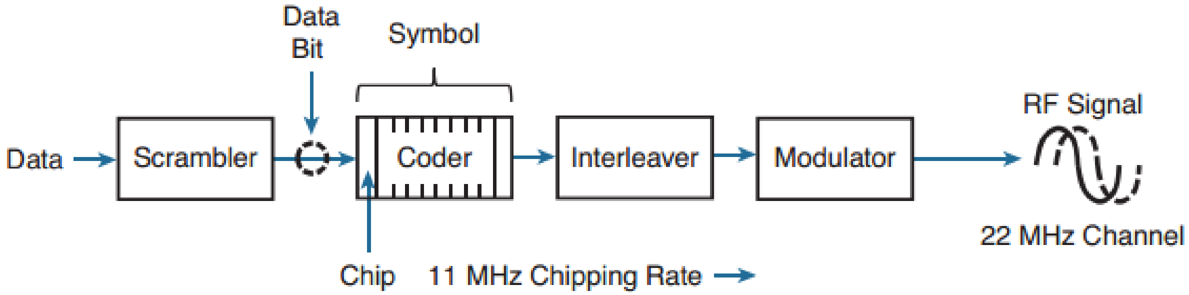
DSSS، از دو تکنیک برای رمزگذاری استفاده میکنند : 1. Barker codes و 2. Complementary Code Keyingیا CCK

3- Interleaver (برگ سفید لای صفحات کتابی گذاشتن) : [دوستان این مکانیزم را اگر بخوایم به فارسی ترجمه کنیم ، با مفهوم اصلیش هیچ سنخیتی نخواهد داشت. پس لطفا به معنای فارسی اون توجهی نفرمایید.]

در این روش ، Symbolها که در قبل نیز اشاره شد ، به بلوک های جداگانه ای تقسیم میشوند . این چه مزیتی میتواند داشته باشد؟! مزیت آن در اینجا مشخص میشود که هرچقدر هم اصطلاحا انفجار پارازیت ها و نویز ها وجود داشته باشد ، فقط بر روی یک بلوک تاثیر خواهد گذاشت ، نه همه آنها .

4 – Modulator (تلفیق کننده) : بیت های که در هر Symbol وجود دارد ، برای تغییر یا اصطلاحا Modulate کردنِ Phase های سیگنال حامل داده استفاده میشود. این روش به سیگنال های RF این امکان را میدهد تا مقادیر اندکی از داده های باینری را حمل کند .

شکل زیر ، کل تکنیک های فرستنده DSSS و فرآیند انتقال داده با استفاده از این تکنیک هارا نشان میدهد :


Data
Bit
Symbol
Data
Scrambler
Coder
Interleaver
Modulator
RF Signal
22 MHz Channel
Chip
11 MHz Chipping Rate

نکته : DSSS ، در طول زمان تکامل یافته است تا نرخ داده هایی را که در سیگنال های RF منتقل میشوند را افزایش دهد .

OFDM

با درنگی به مفاهیم جلسه قبل خواهیم فهمید که DSSS ، چیپ های داده ای را در یک کانال عریض با عرضِ 22 MHzپخش یا منتشر میکند که ذاتا به نرخِ 11 Mbps محدود شده است. چرا؟ به دلیل اینکه نرخ چیپ (Chipping rate) در RF modulationمقدار ثابتِ 11 Mbps میباشد .

نکته : برای اندازه گیریِ فراتر از محدودیت ذکر شده ، راه های گوناگون مختلفی نیاز میباشد که از حوصله این بخش خارج است.

در مقابل ، Orthogonal Frequency-Division Multiplexing یا OFDM یا مدولاسیون تقسیم فرکانس عمود برهم ؛ بیت های داده را بصورت موازی در طول چندین فرکانس ارسال میکند ، که همه آنها در یک کانالِ MHz20یی قرار دارند.

هر کانال به 3 زیرکانال (SubChannel) تقسیم میشود ، که با فاصله 312.5 kHz تقسیم میشوند. این زیرکانال ها همچنین به انواع زیر تقسیم میشوند :

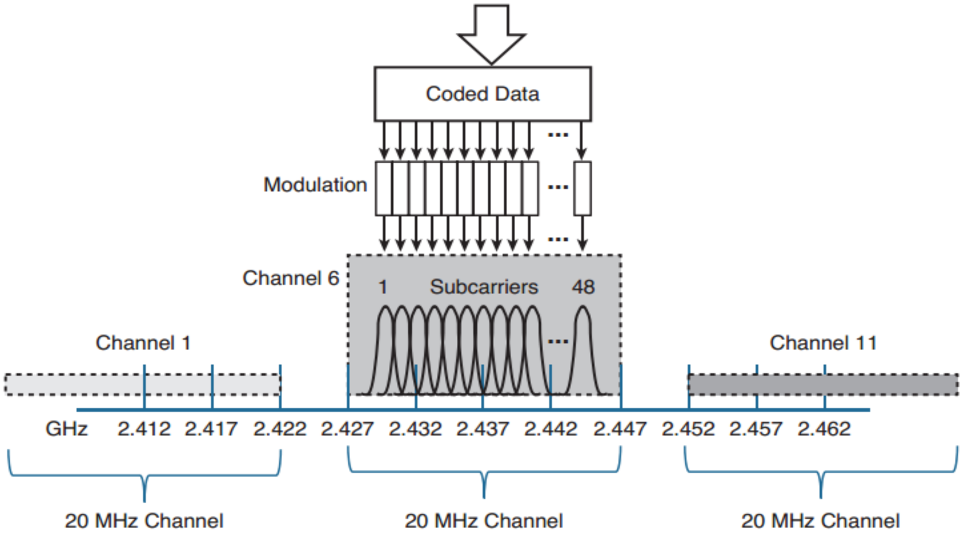
1 - Guard : در این مورد ، 12 زیرکانال استفاده میشود ، این زیرکانال ها به ما کمک میکنند تا یک کانال را از دیگری منفصل و مجزا کنیم ؛ بدین ترتیب ، فرستنده ها بر روی یک کانال قفل میکنند .

2 - Pilot : در این مورد ، 4 زیرکانال بطور مساوی تقسیم شده اند و همیشه برای ارزیابیِ وضعیت کانال برای گیرنده ها ارسال میشود .

3 - Data : در این مورد ، 48 زیرکانال موظف هستند تا داده ها را حمل کنند .

نکته مهم : گاهی مواقع ، ممکنه مشاهده کنید که بعضی تعاریف OFDM را با 52 زیرکانال 48 (برای Data و 4 برای Pilot) . دلیل آن اینست که 12 فرکانس از زیرکانال Guard در واقع اصلا منتقل نشدند ، اما هنوز بعنوان Channel Spacing شناخته میشود.

شکل زیر مثالی از OFDM را به تصویر کشیده است :


Coded Data
Modulation
Channel 6
1
Subcarriers
48
Channel 1
Channel 11
GHz
2.412
2.417
2.422
2.427
2.432
2.437
2.442
2.447
2.452
2.457
2.462
20 MHz Channel
20 MHz Channel
20 MHz Channel

در مثال صفحه قبل ، کانال 6 در بانـدِ GHz 2.4 دارای پهنایِ باند MHz 20 و 48 عدد زیرکانالِ data میباشد .

نکته OFDM : به دلیل نحوه گرفتن یک کانال و نحوه تقسیم کردن آن به گروهی از فرکانس های مجزا برای زیرکانال های خود ، به این نام ، نامگذاری شده است.

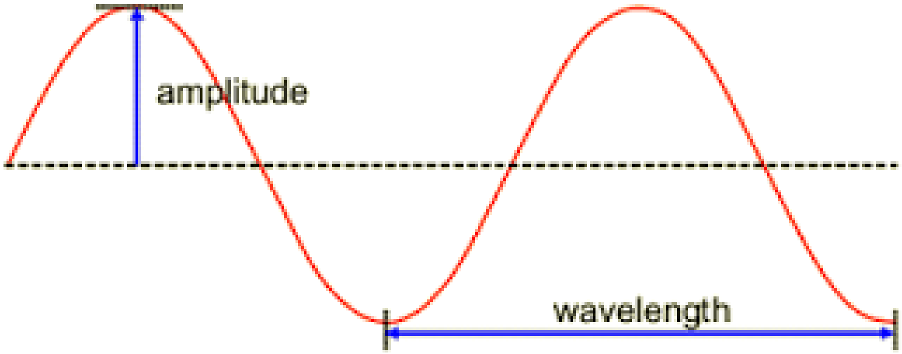
نکته : دقت کنید که ، زیرکانال ها با فاصله ای بسیار نزدیک به یکدیگر تقسیم شده اند ، که این امر باعث میشود تا آنها با یکدیگر تداخل پیدا کنند ؛ اما، در واقع، موضوع اینجاست که زیرکانال ها با یکدیگر تداخب پیدا نمیکنند. چرا؟! به دلیل اینکه ، قسمت های تداخلی تقریبا با یکدیگر تراز میشوند بنابراین ، آنها بسیاری از این تداخل های ناخواسته خنثی خواهند شد.

جمع بندی فصل اول

- **Wavelength** یا طول موج : در واقع به اندازه گیری فاصله میانِ قله های یکسانِ (در پایین یا بالا) یک موج سینوسی میباشد .

- **Amplitude** : به معنای " دامنه " میباشد ؛ و بطور کلی تغییرات دوره ایِ سیگنال در طی یک زمان واحد را **Amplitude** گویند .

* شکل زیر ، مفهوم Amplitude و Wavelength را نشان میدهد:



- **Band** : محدوده ای از فرکانس ها یا طول موج در فرکانس های رادیویی و رادار ها را **Band** گویند .

– **Bandwidth** : در معنای لغوی به معنای " پهنای باند " میباشد ؛ و اندازه گیری عرض طیف وسیعی از فرکانس ها را پهنای باند گویند و با واحد **hertz** اندازه گیری میشود .

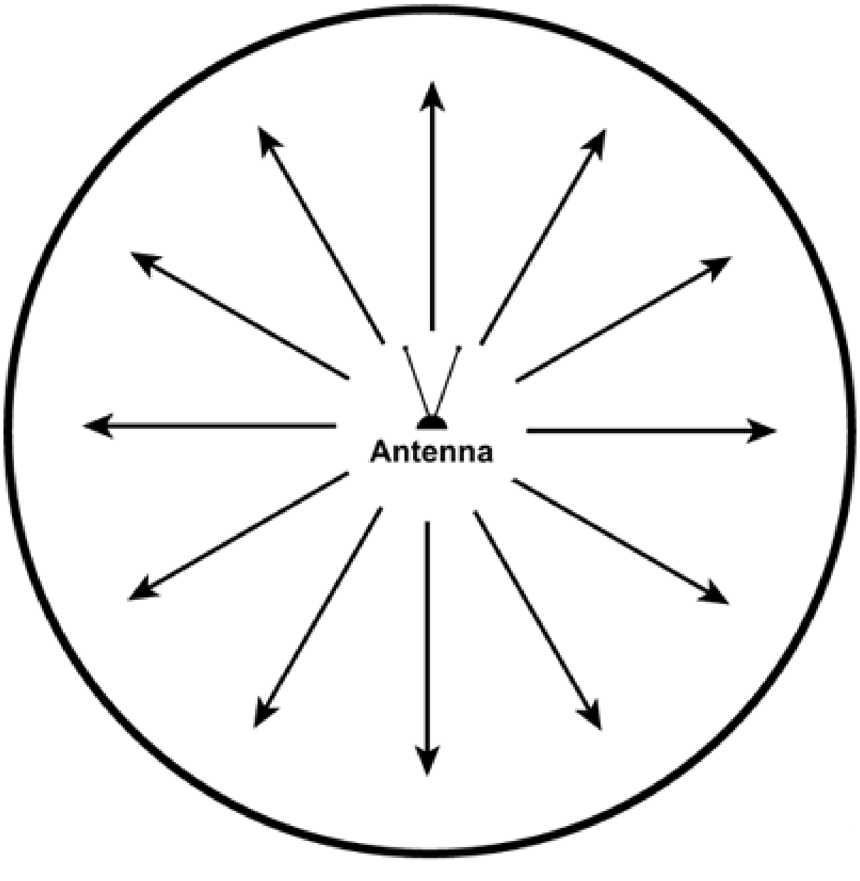
– **carrier signal** : سیگنال یا موج حامل ، یک شکل موجی (سینوسی) میباشد ، که سیگنال های ورودی را به منظور " حمل اطلاعات **modulate** " یا به تعبیری ویرایش میکند .

– **decibel (dB)** : یک واحد لگاریتمی برای بیان نسبت دو مقدار یک کمیت فیزیکی است .

– **dBi dB(isotropic)** : واحدی است که ، وضعیت فعلی آنتن (یا هر Transmitter دیگری) یا مقدار انرژی قابل ارسال از یک آنتن یا (The Forward Gain of Antenna) را با آنتن ایزوتروپیک فرضی مقایسه میکند .

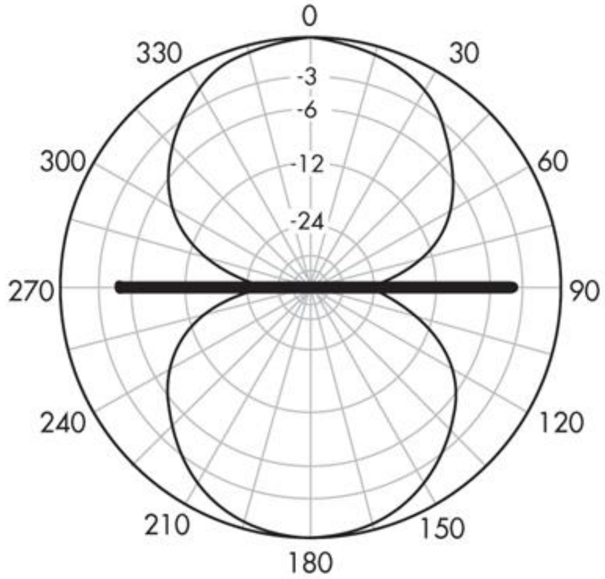
- **Isotropic Antenna** : آنتن ایزوتروپیک ، آنتی است که انرژی را در همه جهات فیزیکی منتشر میسازد .

* شکل زیر ، یک آنتن ایزوتروپیک را نشان میدهد:



- **dBd dB(dipole** : واحدی است که ، مقدار انرژی قابل ارسال از یک آنتن را با یک آنتن دو قطبی نیم موج (half-wave dipole antenna) مقایسه میکند. dBd = 2.15 dBi

*شکل زیر ، یک **آنتن داپیل** را نشان میدهد :



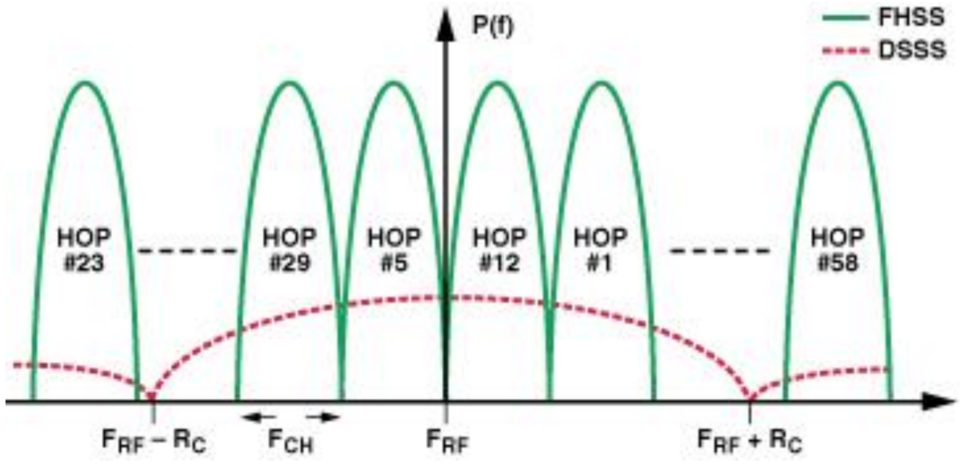
- **Effective Isotropically Radiated Power (EIRP)** : استانداری تعریف شده توسط IEEEاست که در واقع مقدار قدرت مورد نیاز (موثر) برای انتقال سیگنال های RF به تمامی جهات را **EIRP** گویند .

نکته : دوستان بغیر از EIRP یک اصطلاح دیگر هم در دنیای وایرلس وجود دارد به نام ERP که برخی این دو اصطلاح را با یکدیگر اشتباه میگیرند. مراقب باشید!

- **DSSS (Direct-sequence spread spectrum)** : بطور کلی و خلاصه ، یک تکنیک مدولاسیون گسترش (پخش) طیف مورد نظر ، برای کاهش تداخل سیگنالها را **DSSS** گویند .

- **frequency-hopping spread spectrum (FHSS)**: متد یا روشی از منتقل کردن سیگنال های رادیویی است که نحوه عملکرد آن بدین صورت است که ، به سرعت سیگنال های حامل را میان کانال های مختلف عوض (Switch) میکند که اینکار بصورت شبه تصادفی [منظور از شبه تصادفی این است که باتوجه به الگوریتمی از پیش تعریف شده که برای فرستنده و گیرنده شناخته شده است عمل سوییچ کردن را انجام میدهد] میان هم فرستنده و هم گیرنده انجام میشود .

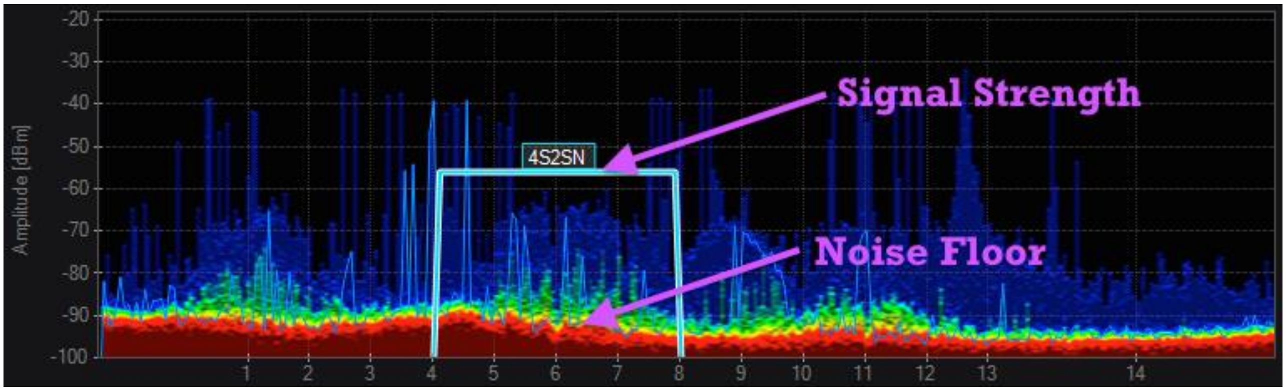
*شکل زیر ، مفهوم **FHSS** و **DSSS** را به تصویر کشیده است :


P(f)
FHSS
DSSS
HOP #23
HOP #29
HOP #5
HOP #12
HOP #1
HOP #58
F_RF – R_C
F_CH
F_RF
F_RF + R_C

- Hertz : واحد اندازه گیری فرکانس میباشد و هر سیکل در یک ثانیه را 1 هرتز گویند ،که توسط SIتعیین شده است .

–Noise Floor : به مجموع تمام سیگنال های ناخواسته و پارازیت [در یک سیستم اندازه گیری] ، Noise Floorگویند .

*مثال زیر Noise Floor را نشان میدهد :



– **orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM)** : روشی است برای رمزگذاری بر روی داده های دیجیتال که بر روی فرکانس های حامل در حال منتقل شدن میباشند. این مکانیزم بر روی تلویزیون های دیجیتال ، داده های صوتی (Audio Broadcasting) و شبکه داده های همراه 4G پیاده سازی شده است .

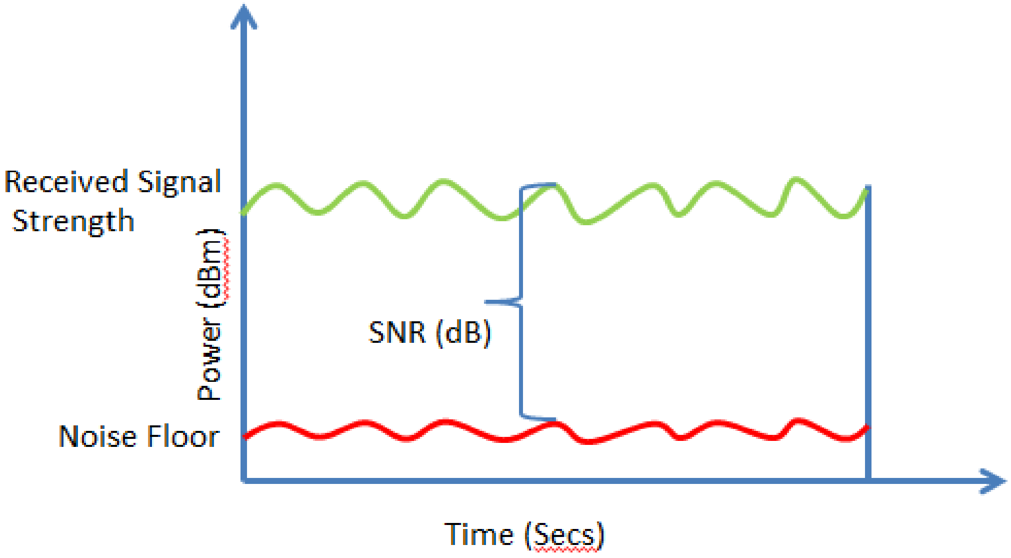
– **received signal strength indicator (RSSI)** : به اندازه گیریِ نیروی موجود در سیگنال های رادیویی دریافت شده ، **RSSI** گویند .

نکته : بسیار واضح است که ؛ RSSI ، بسیار بسیار در عملکرد و قدرت شبکه های وایرلس تاثیر دارد. برای مثال در شبکه های Wi-fi ، نزدیکی یا دوریِ مودم روتری که وظیفه پخش سیگنال ها را برعهده دارند ، به کلاینت که وظیفه دریافت سیگنال ها را دارد باعث افزایش یا کاهش RSSIمیشود و در نتیجه تاثیر بسزایی در عمکرد سیگنال ها خواهد داشت.

- **signal-to-noise ratio (SNR) :** نسبتِ قدرت سیگنال به قدرت نویز را **SNR** گویند .

نکته : در صورتی که نسبت به دست آمده بیشتر از 0 dB باشد ، بدین معناست که سیگنال ها بر نویز غلبه میکنند.

شکل زیر SNR را نشان میدهد :



- **Spread Spectrum**: متدی است که در سیگنال های الکتریکی ، الکترومغناطیسی و سیگنال های صوتی استفاده میشود ؛ و در واقع ، یک شکل **از ارتباطات Wireless** است که فرکانس سیگنال های انتقالی عمدا [در دامنه سیگنال] متفاوت است ؛ بنابراین ، سیگنال پهنای باند قوی تری (پهن تری) خواهد داشت .

نکته : اگر بخواهیم برای **Spread Spectrum** مثالی بزنیم ، **Frequency hopping (FHSS)** که در قبل به آن اشاره کردیم از تکنیک هایی است که در انتقال سیگنال از **Spread Spectrum** استفاده میکند.

در مقاله بعدی فصل دوم را آغاز خواهیم کرد ....

با ما همراه باشید.

نویسنده : مهرشاد هماوندی

جهت ارتباط با نویسنده :

mehrshadhamavandy@gmail.com

09373655198