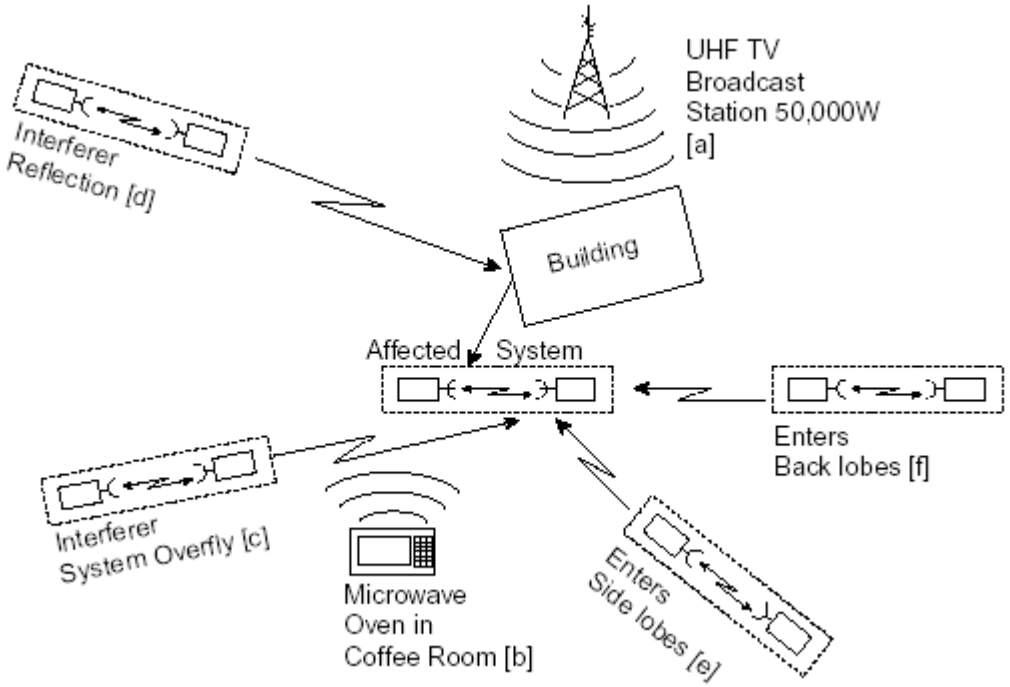
تداخل در سيستم هاي مخابراتي

تعريف تداخل

بطوركلي اثر يك انرژي ناخواسته (سيگنال ناخواسته) به علت انتشار، انعكاس يا القاي آن برروي گيرنده سيستم مخابراتي كه به صورت قطع و وصلهاي مكرر، پايين آمدن كيفيت و دقت گيرندگي سيستم يا قطع كلي ارتباط نمايان مي-شود را تداخل در سيستمهاي مخابراتي ميگويند.

منابع توليد تداخل

تداخل بوجود آمده در سيسيتم هاي مخابراتي ناشي از عوامل متفاوتي مي باشد كه اين عاملها معمولاً فرستنده هاي متفاوت(مجاز و غير مجاز) در مجاورت سيستم تحت تاثير ، ميباشد. شكل(١) بطور شماتيك دياگرام كلي منابع مختلف تداخل را نشان ميدهد.



شكل (١)

وقتي هركدام از منابع تداخلي فوق نشان داده شده اند ميزان سيگنال به نويز سيستم تحت تاثير را به كمتر از مقدار قابل قبول كاهش دهند عمدياتي كه در داخل سيستم انجام مي‌شود دچار خطا مي‌گردد. اين مقدار قابل قبول براي سيگنال به نويز توسط طراح سيستم تعيين مي شود و طراحي سيستم را بر اساس آن انجام مي‌دهد كه ممكن است در سيستمهاي ارتباطي مختلف ، اين مقدار متفاوت باشد. عامل تداخلي [a] در شكل فوق يك سيگنال با توان بالا و مربوط به سيستمهاي پخش تلويزيوني مي باشد.[b] موج مايكرويو منتشر شده و نشتي از وسايلي كه در اين رنج كار مي‌كنند.[c] يك سيستم مشابه هست كه سيگنال فرستنده آن مستقيماً به گيرنده سيستم تحت تاثير مي‌رسد. موارد [d] ،[e] و [f] اشاره مي‌كند به سيگنالهايي كه بواسطه انعكاسها از طريق گلبرگهاي پشتي و كناري مربوط به پترن آنتن بر روي سيستم تاثير مي گذارند.

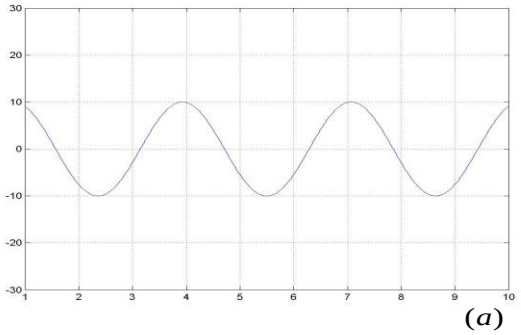
انواع مكانيزم هاي تداخل

تداخل فركانسهاي راديويي به صورت يكي از مكانيزم هاي زير مي باشد كه منشا آنها در بعضي مربوط به تجهيزات و در بعضي ديگر مربوط به غيرخطي عمل كردن در بخشي از سيستم مي‌باشد.براي روشن شدن موضوع، از اين به بعد در بخشهاي بعدي سيستم فرستنده گيرنده خود را با حرف A و بقيه فرستنده-گيرنده ها را با حروف B و C و ... نمايش مي‌دهيم.

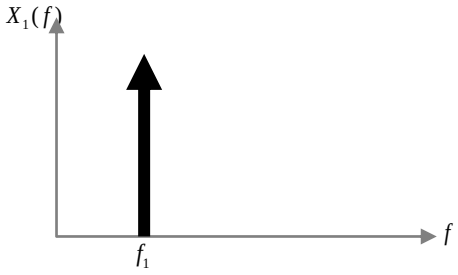
تداخل نوع اول(Out Of Band Emitters) (OOBE)

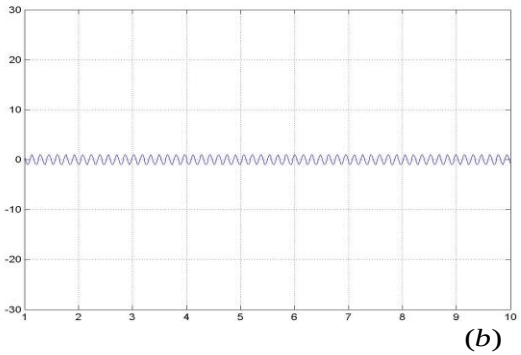
تداخلي است كه در خود گيرنده سيستم ما بوجود مي آيد و ناشي از سيگنالهاي ناخواسته اي است كه مربوط به فرستنده هاي خارج باند گيرنده ما مي باشد. يعني اينكه فرستنده ها سيگنالهاي ناخواسته‌اي توليد مي‌كنند هر چند كه اين سيگنالها در باند فركانسي گيرنده قرار ندارند ولي در عملكرد گيرنده تاثير مي‌گذارند.اين سيگنالها به دو صورت مي‌توانند در گيرنده ما اختلال بوجود آورند كه عبارتند از :

۱- وقتي كه بخش RF گيرنده به وسيله سيگنالهاي منتشر شده از فرستنده‌ها به حالت اضافه بار (Over Load) رانده مي-شود، ممكن است عدم حساسيت (Desensitization) در گيرنده رخ دهد. علت اصلي اين نوع تداخل اين است كه گيرنده سيستم ما توسط يك سيگنال خارج باند به ناحيه اشباع رانده شود و بر اثر اين پديده عدم حساسيت در گيرنده بوجود مي‌آيد و در عملكرد آن اختلال بوجود مي‌آورد. يعني اينكه يك سيگنال ناخواسته با دامنه بزرگ(هر چند كه اين سيگنال در محدوده فركانسي گيرنده ما نيست) ، با سيگنالهاي مطلوب ما در ورودي گيرنده جمع مي‌شود و دامنه سيگنالي كه در نهايت وارد گيرنده مي‌شود بزرگ مي‌باشد. اين موضوع در شكل(۲) نشان داده شده است :

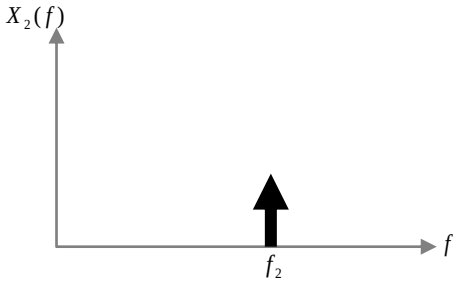


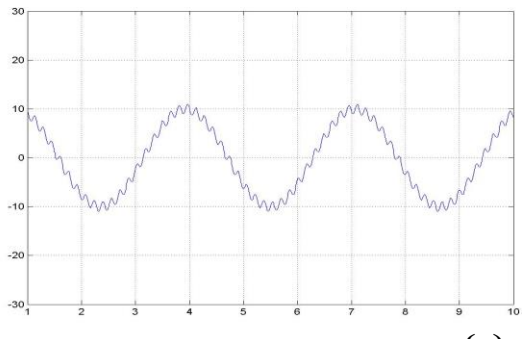
(a)



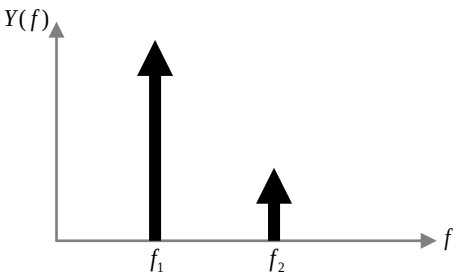


(b)





(c)



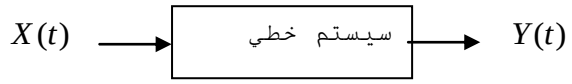
شکل (۲)

در شکل (۲-a) سیگنال تداخلي خارج باند گیرنده با دامنه بالا و در شکل (۲-b) سیگنال مطلوب گیرنده ، هم در حوزه فرکانس و هم در حوزه زمان نشان داده شده است و در شکل (۲-c) سیگنال نهایي که به گیرنده مي‌رسد را در دو حوزه فرکانس و زمان نشان مي‌دهد.

۲- اینتر مدولاسیون (IM) :

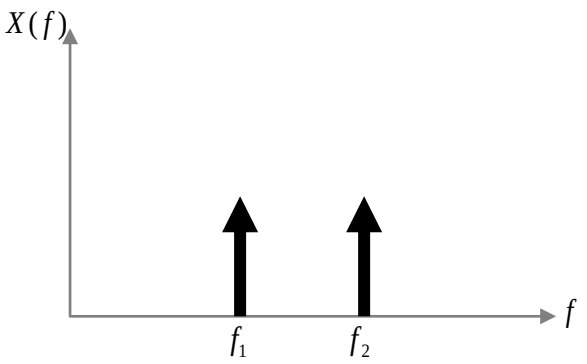
یکي از مهم ترین انواع تداخل ، تداخل ناشي از پدیده اینترمدولاسیون مي‌باشد. اینتر مدولاسیون ممکن است در گیرنده سیستم تحت تاثیر، در نتیجه رفتن گیرنده در ناحیه غیرخطي توسط سیگنال یك فرستنده خارج باند بوجود آید.

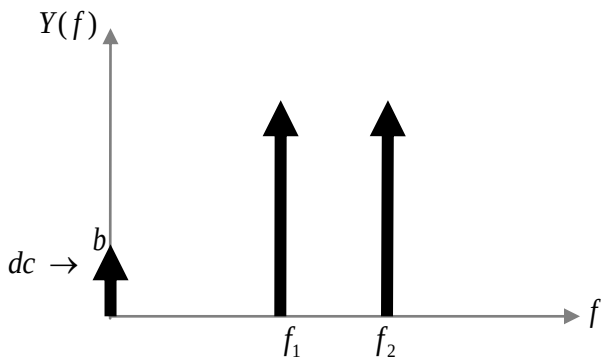
وقتي یك سیگنال وارد یك سیستم خطي مي‌شود سیگنال تولید شده در خروجي سیستم نیز داراي همان طیف فرکانسي سیگنال ورودي مي‌باشد فقط دامنه سیگنال تغییر مي‌کند و همچنین ممکن است یك ضریب dc به آن اضافه شود.با توجه به نکته فوق بعنوان مثال اگر سیگنال ورودي داراي فرکانسهاي f_1 و f_2 باشد در طیف فرکانسي سیگنال خروجي نیز فقط همان دو فرکانس را همراه با یك ضریب dc خواهیم داشت که این موضوع در شکل (۳) نشان داده شده است :



که a وb ضرایب ثابت هستند.

$$Y(t) = aX(t) + b$$

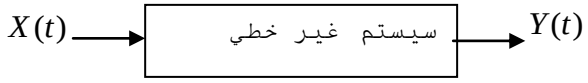




$X(t) = \cos 2\pi f_1 t + \cos 2\pi f_2 t$ $Y(t) = a\cos 2\pi f_1 t + a\cos 2\pi f_2 t + b$

شكل (٣)

اما در يك سيستم غير خطي اگر سيگنال(X(t با فركانس f_1 وارد آن شود سيگنال خروجي ممكن است به غير از فركانس f_1 داراي فركانسهاي ديگري هم باشد(مثلا $2f_1$) و يا اگر دو سيگنال با فركانسهاي مختلف وارد آن شوند ممكن در خروجي سيگنالهايي با فركانسهاي غير از اين دو فركانس توليد شود كه فركانس آنها تركيبي از فركانسهاي مربوط به دو سيگنال ورودي مي‌باشد.اين موضوع در شكل (٤) نشان داده شده است.



كه رابطه بين ورودي و خروجي در يك سيستم غير خطي به شكل زير مي‌باشد :

$$Y(t) = a_0 + a_1 X(t) + a_2 X(t)^2 + a_3 X(t)^3 + \ldots$$

ضرايب a_0 و a_1 و a_2 و a_3 و... با توجه به نوع سيستم غير خطي ، متفاوت است .به عنوان مثال يك سيستم غير خطي داريم كه در آن $a_0=1$ و $a_1=1$ و $a_2=1$ و بقيه ضرايب صفر مي‌باشند پس رابطه ورودي و خروجي به شكل زير مي‌باشد :

$$Y(t) = 1 + X(t) + X(t)^2$$

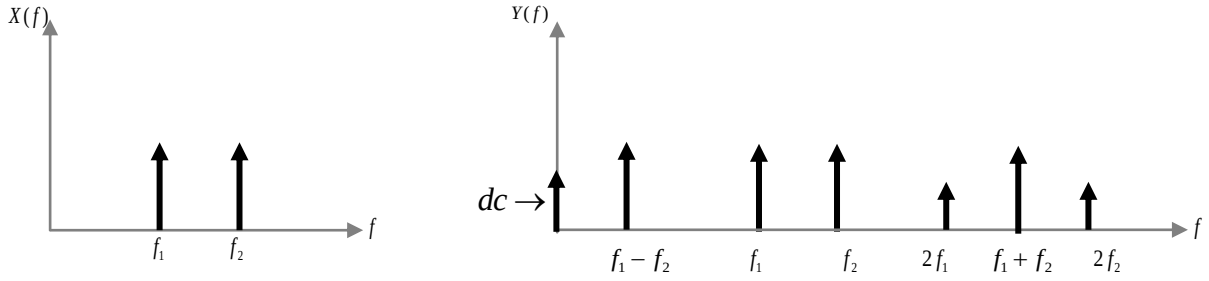
حال اگر همان ورودي سيستم قبلي را به اين سيستم اعمال كنيم يعني :

$$X(t) = \cos 2\pi f_1 t + \cos 2\pi f_2 t$$

آنگاه Y برابر است با :

$$Y(t) = 2 + \cos 2\pi f_1 t + \cos 2\pi f_2 t + \frac{1}{2}\cos 2\pi(2f_1)t + \frac{1}{2}\cos 2\pi(2f_2)t + \cos 2\pi(f_2 - f_1)t + \cos 2\pi(f_2 + f_1)t$$

که طیف فرکانسي آن به شکل زیر است :

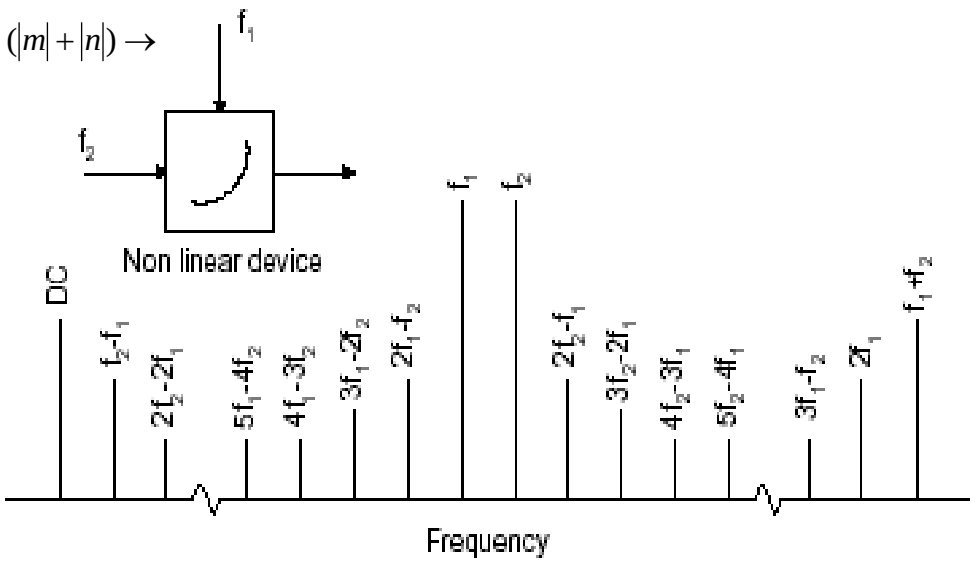


شکل (٤)

همانطور که در شکل (٤) دیده مي‌شود مي‌بینیم که فرکانسهاي دیگري به غیر از فرکانس سیگنال ورودي در خروجي تولید شده مانند : $(f_2 - f_1)$, $2f_1$, $(f_2 + f_1)$, $2f_2$

پدیده اینترمدولاسیون نیز به همین شکل رخ مي‌دهد که عامل اصلي آن غیر خطي عمل کردن سیستم مي‌باشد.براي بروز این پدیده در سیستمهاي گیرنده_فرستنده ابتدا باید حداقل یك سیگنال با دامنه کافي به سیستم برسد که بتواند آن را به ناحیه غیر خطي ببرد.در اثر غیر خطي عمل کردن سیستم و رسیدن سیگنالهاي ناخواسته با فرکانسهاي مختلف ممکن است سیگنالهاي ناخواسته اي تولید شود که در باند فرکانسي سیستم ما باشد و در عملکرد آن اختلال بوجود آورد.اگر دو سیگنال با فرکانسهاي f_1 و f_2 وارد یك فرایند غیرخطي شوند به شکل زیر اینتر مدولاسیون رخ مي‌دهد:

$$f_{Inter\,\mathrm{mod}} = mf_1 + nf_2$$



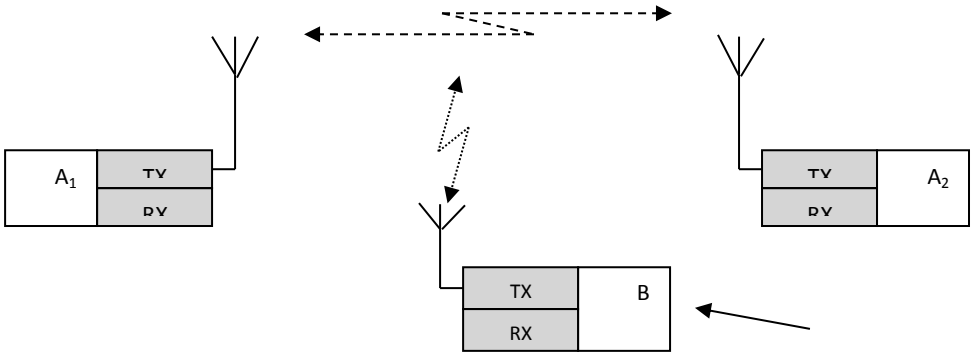
مرتبه اينترمدولاسيون شكل(٥)

در كاهش تداخل از نوع اينتر مدولاسيون ، مرتبه آن موثر مي‌باشد كه در بخشهاي بعدي توضيح داده مي‌شود.

تداخل نوع دوم(In Band Emitters) (IBE)

اين تداخل ناشي از نفوذ ناخواسته سيگنالهاي يك يا چند فرستنده ، در باند فركانسي سيستم گيرنده ما مي‌باشد به عبارت ديگر فرستنده‌ها سيگنالهايي توليد مي‌كنند كه اين سيگنالهاي ناخواسته در باند فركانسي گيرنده ماست. اين تداخل خود مي‌تواند دو عامل متفاوت داشته باشد.

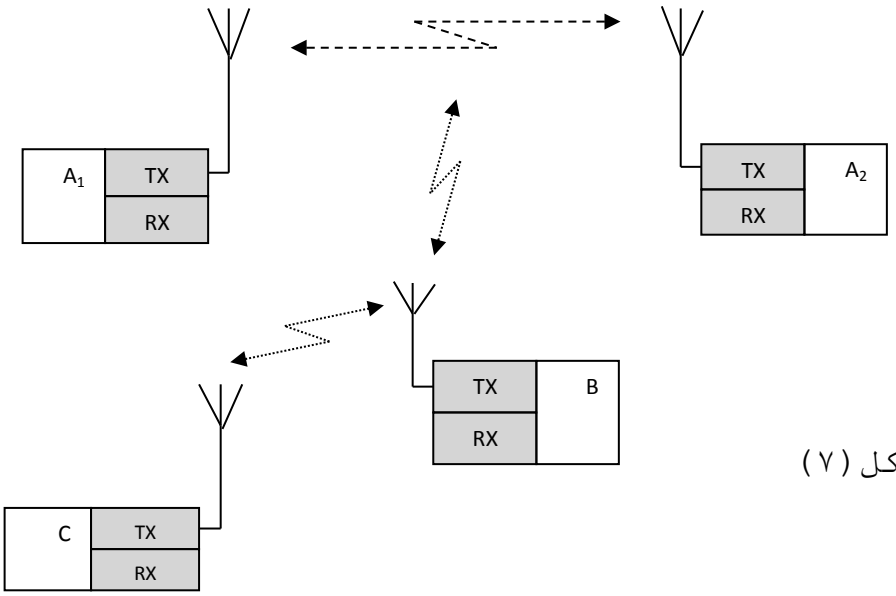
١- يك فرستنده ممكن است داراي فركانسهاي جعلي باشد يعني اينكه محدوده فركانسي آن همان محدوده فركانسي گيرنده ما مي‌باشد ولي يك فرستنده غير مجاز است.



فرستنده غيرمجاز

شكل(٦)

٢- چند فرستنده مي‌توانند چنان تداخل كنند(در خارج گيرنده ما) كه مولفه اي در باند فركانسي گيرنده ما به وجود آورند. يعني اينكه سيگنالهاي فرستنده C روي فرستنده B تاثير بگذارد .مثلا بروز پديده اينترمدولاسيون در فرستنده B بر اثر سيگنالهاي فرستنده C و توليد سيگنالهايي توسط فرستنده B كه در باند فركانسي سيستم ما مي‌باشد. اين نوع تداخل وقتي توسط يك فرستنده حادث مي‌شود اصولاً مربوط به تجهيزات فرستنده و تنظيم آنها مي‌باشد كه جلوگيري از آن مربوط به نوع مدولاسيون و پارامترهاي مربوط به آن نخواهد بود.

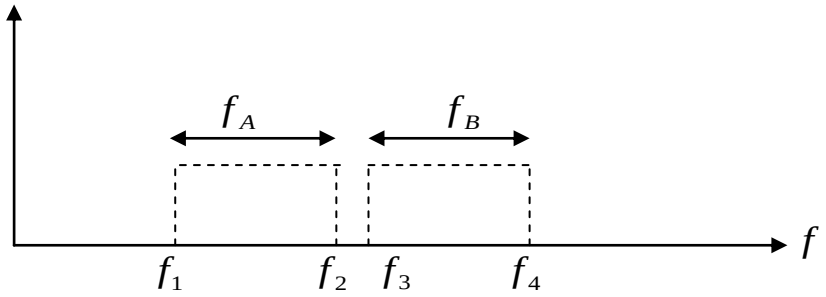


شكل (۷)

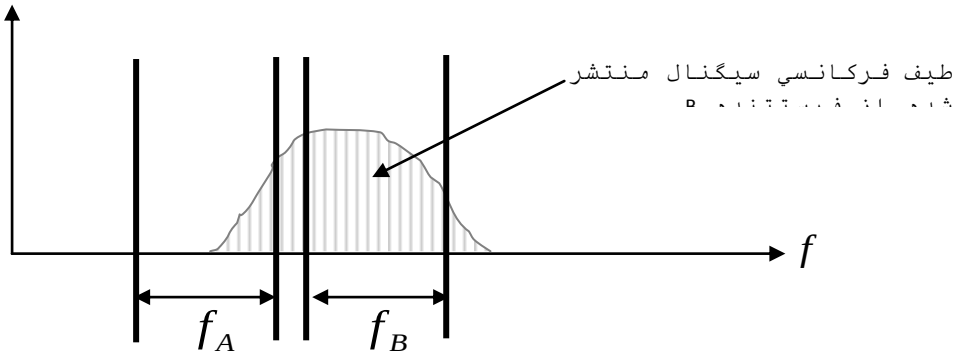
۳- نويز باند مجاور (Side Band Nois) (SBN) :

يك فرستنده ممكن است داراي سيگنالهايي با مولفه هاي غيرقابل صرفنظر كردن در باند فركانسي سيستم گيرنده ما باشد كه موجب تداخل گردد. اين نوع تداخل فقط ناشي از فرستنده هايي كه در نزديكي باند سيستم ما كار مي‌كنند مي-باشد.فرض مي‌كنيم كه باند فركانسي سيستم ما (A)

و سيستمي كه در باند مجاور(B) ما كار مي‌كند به شكل زير باشد :



اين تداخل به اين دليل رخ مي‌دهد كه طيف فركانسي سيگنالهاي منتشر شده از فرستنده B داراي مولفه‌هايي است كه در خارج باند خود مي‌باشد و قسمتي از آن در باند فركانسي ما مي‌افتد.شكل(۷)



تداخل نوع سوم:

معمولا ، همپوشاني پترن مربوط به آنتنها در سيستم هاي مخابراتي اتفاق مي افتد. انواع گوناگوني از تداخلها در اثر اين همپوشاني بوجود مي‌آيند. همه آنتنها داراي گلبرگ هاي كناري و پشتي (قسمتهاي فرعي مربوط به الگوي آنتن) مي‌باشند.يكي از راههاي نفوذ سيگنالهاي تداخلي از طريق همين قسمتهاي مربوط به پترن مي‌باشد كه در صورت نفوذ براي سيستم تحت تاثير مشكل سازمي‌باشند. حساسيت اين قسمتها از پترن ، تنها 15-30dB كمتر از قسمت اصلي مربوط به الگوي آنتن مي‌باشند.پس مي‌توان گفت سيگنالهاي ناخواسته‌اي كه از طريق اين قسمتها به سيستم تحت تاثير مي‌رسند مي-توانند باعث بوجودآمدن يكي از مكانيزمهاي تداخل شوند.به همين دليل تا حد ممكن بايد از اين همپوشاني جلوگيري بعمل آيد كه در بخش بعدي چند روش براي اين كار توضيح داده شده است.