

بکارگیری تکنیک بهینه در انسداد اختلال ایجاد شده و جمر از سیگنال اصلی رادار

پویا درخشان برجویی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد نایین info@pouyaderakhshan.ir

چکیده

یکی از روش‌های ایجاد اختلال در رادار، بکارگیری جمرهای فریبنده می‌باشد. این جمرها سیگنال‌های قوی مشابه سیگنال‌های بازگشتی هدف، به سمت رادار ارسال می‌کنند. ورود این سیگنال‌ها از گلبرگ اصلی آنتن رادار، باعث ایجاد اهداف دروغین در بردهای متفاوت می‌شوند و ورود آنها از گلبرگ‌های فرعی آنتن رادار باعث آشکارسازی اهداف دروغین در زاویه‌های متفاوت می‌شوند. در این مقاله با توجه به شبیه‌سازی‌های انجام شده در حضور جمرها روش بهینه‌ای برای انسداد اختلال گلبرگ فرعی از سیگنال اصلی رادار پیشنهاد شده است. در این شبیه‌سازی از واحد جمع‌کننده پالس استفاده شده است.

کلید واژه

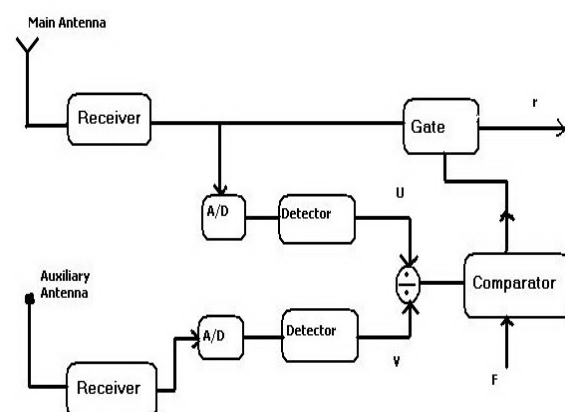
کلاتر، جمینگ، گلبرگ رادار

۱- مقدمه

طرح اصلی سیستم کلاسیک انسداد اختلال گلبرگ فرعی به صورت شکل (۱) می‌باشد که دارای دو کانال یا مسیر به نام‌های کانال اصلی و کانال کمکی است. آنتن کمکی یک آنتن همه‌جهته می‌باشد و بهره آن به گونه‌ای طراحی شده است که از بزرگ‌ترین گلبرگ فرعی آنتن اصلی بزرگ‌تر باشد.

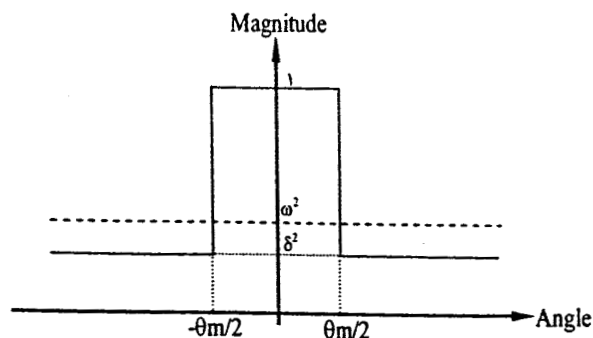
این سیستم در هر سلول برد راداری سیگنال‌ها را در هر دو کانال دریافت و پردازش می‌کند. واحد مقایسه‌کننده برای هر سلول برد راداری تصمیم می‌گیرد که کانال اصلی رادار را مسدود کند یا خیر. وقتی که هدفی در جهت گلبرگ اصلی قرار داشته باشد، از آنجا که بهره گلبرگ اصلی بیشتر از بهره آنتن کمکی است، سیگنال خروجی کانال اصلی بزرگتر از سیگنال کانال کمکی می‌شود و SLB^۱ به سیگنال کانال اصلی اجازه عبور می‌دهد تا وارد آشکارساز رادار شود، اما اگر سیگنال اختلالی در جهت گلبرگ‌های فرعی آنتن اصلی قرار گیرد، از آنجا که بهره آنتن کمکی بزرگ‌تر از بهره گلبرگ‌های فرعی آنتن اصلی است، سیگنال خروجی کانال کمکی بزرگ‌تر از سیگنال کانال اصلی

انسداد اختلال گلبرگ فرعی یک راه مؤثر برای مقابله با اختلال‌های فریبنده وارد شده از گلبرگ فرعی آنتن را تأمین می‌کند. اساس کار آن، جلوگیری از آشکارسازی رادار وقتی که چنین سیگنال‌هایی در گلبرگ‌های فرعی آنتن رادار ظاهر می‌شوند، است.



شکل ۱- نمایش بلوکی سیستم SLB کلاسیک

SLB این سیگنال را سد می کند و مانع ورود آن به آشکارساز اصلی رادار می شود. از طرف دیگر برای بیان ریاضی سیستم پترن آنتن اصلی و کمکی را مطابق شکل (۲) ایده آل در نظر می گیریم.



شکل ۲- نمایش پترن های ایده آل آنتن اصلی (-) و آنتن کمکی (- -)

۳- محاسبه احتمالات سیستم SLB

در حالت کلی بدون اینکه برای متغیرهای تصادفی سیگنال های کانال کمکی و کانال اصلی شرایط خاصی در نظر گرفته شود، دو تابع احتمال عمومی آشکارسازی و مسدود کردن برای سیستم SLB تعریف می شود.

$P(x,y)$ را یک تابع چگالی احتمالی توأم x,y با فرض

مستقل بودن متغیرهای تصادفی x, y در نظر می گیریم.

$$P_D = \int_Y p(x) \left[\int_0^{Fu} p(y) dy \right] dx \quad (1)$$

$$P_B = \int_Y p(y) \left[\int_0^{v/F} p(x) dx \right] dy \quad (2)$$

در دو حالت P_D و P_B که به ترتیب احتمال آشکارسازی و احتمال مسدود کردن هستند را بدست می آوریم. در حال اول با وجود یک واحد جمع کننده پالس در سیستم SLB و در حالت دوم بدون استفاده از واحد جمع کننده پالس انجام می شود [1][3][4].

۴- محاسبه احتمالات سیستم SLB با وجود واحد

جمع کننده پالس

در این حالت یک واحد جمع کننده پالس بعد از خروجی واحد آشکارساز قانون مربع در بلوک دیاگرام سیستم SLB

می شود و SLB به سیگنال کانال اصلی اجازه عبور نمی دهد و در نتیجه سیگنال اختلال وارد سیستم آشکارساز رادار نمی شود. در یک سیستم SLB عملی به جای اینکه سیگنال دو کانال با هم مقایسه شوند، نسبت آنها با یک سطح آستانه که به آستانه مسدودکنندگی معروف است، مقایسه می شود [1][2][5]. از آنجا که ماهیت سیگنال های هدف و اختلال تصادفی می باشند، عملکرد SLB با احتمالات آشکارسازی و مسدود کردن، ارزیابی می شود و براساس این احتمالات مقادیر بهره آنتن کمکی و سطح آستانه مسدودکنندگی و آشکارسازی، برای یک سیستم SLB طراحی می شود.

۲- بیان عملکرد و مسدودکنندگی سیستم SLB

با توجه به بلوک دیاگرام یک سیستم SLB نمایش داده شده در شکل (۱) در کنار آنتن اصلی و گیرنده اصلی رادار یک آنتن کمکی همه جهته به همراه گیرنده آن به عنوان کانال کمکی قرار دارد. سیگنال های RF توسط آنتن هر دو کانال دریافت می شوند و در واحد گیرنده که شامل واحدهای RF و IF و باند پایه می باشند، به سیگنال های آنالوگ باند پایه تبدیل می شوند. سیگنال های آنالوگ برای انجام پردازش های لازم به سیگنال دیجیتال تبدیل می شوند و دامنه آنها در واحد آشکارساز قانون مربع مشخص می شود.

واحد منطق SLB برای هرسلول برد راداری، نسبت دامنه سیگنال کانال کمکی به دامنه سیگنال کانال اصلی را با حد آستانه مسدودکنندگی مقایسه می کند. در سیستم SLB گیرنده کانال کمکی دقیقاً مشابه گیرنده کانال اصلی طراحی می شود تا تفاوت دامنه سیگنال های خروجی دو کانال ناشی از بهره متفاوت پترن آنها باشد. بنابراین اگر سیگنالی در جهت گلبرگ اصلی، آنتن اصلی قرار داشته باشد، از آنجا که بهره آنتن کمکی کوچکتر از بهره گلبرگ اصلی، آنتن اصلی است، نسبت دامنه سیگنال کانال کمکی به کانال اصلی کوچکتر از سطح آستانه مسدودکنندگی می شود و منطق SLB به این سیگنال اجازه عبور می دهد تا وارد آشکارساز اصلی رادار شود. اما اگر سیگنالی در جهت گلبرگ فرعی آنتن اصلی قرار داشته باشد، از آنجا که بهره آنتن کمکی بزرگتر از بهره بلوک های فرعی آنتن اصلی است، نسبت دامنه سیگنال کانال کمکی به کانال اصلی بزرگتر از سطح آستانه مسدودکنندگی می شود و واحد منطقی

$$\chi = \sum_{n=1}^N \frac{E_n}{2\sigma^2} \quad (8)$$

برای یک گیرنده رادار که از آشکارساز قانون مربع به همراه واحد جمع کننده N پالس استفاده می کند، نیز روابط فوق صادق است. با این تفاوت که در گیرنده رادار سیگنال های دریافتی بازتاب های برگشتی از اهداف می باشند. براساس موج هدف مدل های متفاوتی برای سیگنال بازتاب هدف ارائه شده است. اگر هدف بدون موج باشد بازتاب های آن برای همه N پالس مقدار ثابتی خواهد داشت یعنی تمام مقادیر در رابطه (8) با هم مساوی خواهد بود [6].

احتمال مسدودکنندگی با ساده سازی های جبری به صورت زیر محاسبه می شود.

$$P_B = \left(\frac{F}{F+1}\right)^N \sum_{i=0}^{\infty} i! \frac{(FP_v)^i}{(N-1+i)!} \sum_{m=N}^{\infty} e^{-P_v} \quad (9)$$

$$\frac{(m+N+i-1)!}{m!(F+1)^{m+2}} \sum_{k=0}^{m-N} e^{-P_u} \frac{P_u^k}{k!}$$

و احتمال آشکارسازی نیز به صورت زیر بیان می شود:

$$P_{GD} = P_d(x) - \frac{1}{(F+1)^N} \sum_{k=0}^{\infty} e^{-P_v} \frac{P_v^k}{k!} \times$$

$$\sum_{m=0}^{N-1+k} \left(\frac{F}{F+1}\right)^m \times \sum_{i=0}^{\infty} e^{-P_v} \frac{(m+N+i-1)!}{(N+i-1)!} \frac{\left(\frac{P_y}{F+1}\right)^i}{i!} \times$$

$$\sum_{n=0}^{N+i+m-1} e^{-(F+1)Y} \frac{[(F+1)Y]^n}{n!}$$

$$P_d(x) = \sum_{m=0}^{N-1} e^{-Y} \frac{Y^m}{m!} + \sum_{m!}^{\infty} e^{-Y} \left(1 - \sum_{i=0}^{m-N} e^{-P_v} \frac{P_v^i}{i!}\right) \quad (11)$$

همان طور که در رابطه (10) نشان می دهد، احتمال عمومی آشکارسازی PD، تابعی از N، تعداد پالس استفاده شده در واحد جمع کننده پالس و Py، متوسط توان سیگنال نرمالیزه شده کانال اصلی، Y، سطح آستانه آشکارسازی، Px، متوسط توان سیگنال نرمالیزه شده کانال فرعی و F، سطح آستانه مسدودکنندگی می باشد و می توان آن را به صورت PGD(N, Pu, F) نمایش داد و به همین ترتیب، احتمال عمومی مسدودکردن به صورت PGB(N, Pu, Pv, F) بیان می شود.

شکل (1) برای هر دو کانال اصلی و فرعی در نظر گرفته می شود و متغیرهای تصادفی y, x خروجی این واحد را مشخص می کنند. واحد جمع کننده پالس نمونه های سیگنال دریافتی متناظر با هر سلول برد راداری^۱ برای چند پالس متوالی متناظر با همان سلول را با هم جمع می کند. برای محاسبه P_B و P_D در این حالت ابتدا تابع چگالی احتمالی متغیرهای تصادفی y, x در خروجی واحد جمع کننده پالس بدست می آید [9][8].

همان طور که می دانیم مجموع مربعات d متغیر تصادفی گوسی مستقل با میانگین های μ_i برای $i=1, 2, \dots, d$ و واریانس مساوی σ^2 برای همه آنها دارای توزیع مربع کای غیرمرکزی با درجه آزادی d و پارامتر λ می باشد و تابع چگالی احتمال این مجموع به صورت فرمول (3) می باشد.

$$p(y) = \frac{1}{2\sigma^2} \left(\frac{y}{\lambda}\right)^{\frac{(d-2)}{2}} e^{-\frac{(y+\lambda)}{2\sigma^2}} I_{\frac{d}{2}-1} \left(\frac{\sqrt{y\lambda}}{\sigma^2}\right) \quad (3)$$

که در این رابطه $I_n(x)$ تابع بسل اصلاح شده نوع اول از مرتبه nم و پارامتر λ به صورت رابطه (4) می باشد:

$$\lambda = \sum_{i=1}^d \mu_i^2 \quad (4)$$

به طور مشخص، اگر yn را برای مجموع مربعات n امین زوج خروجی یک گیرنده غیرهم فاز یعنی مولفه های هم فاز و متعامد در نظر بگیریم. yn دارای توزیع مربع کای غیرمرکزی با درجه آزادی ۲ و پارامترهای μ_{1n} و μ_{2n} می باشد.

$$\mu_{1,n} = \sqrt{E_n} \cos \theta, \quad \mu_{2,n} = \sqrt{E_n} \sin \theta \quad (5)$$

که En یک انرژی سیگنال در خروجی گیرنده می باشد و طبق رابطه (4) پارامتر λ برای این توزیع برابر En می باشد. حال اگر N گیرنده هم فاز را در نظر بگیریم، مجموع خروجی های آنها (yn) که میانگین هر کدام En می باشد، دارای توزیع مربع کای غیرمرکزی با درجه آزادی ۲N و تابع چگالی احتمال به صورت رابطه (6) می باشد [7].

$$p(x) = \left(\frac{x}{\chi}\right)^{\frac{(N-1)}{2}} e^{-(n+\chi)} I_{N-1} \left(2\sqrt{y\chi}\right) \quad (6)$$

و X و Y پارامترهای نرمالیزه شده می باشند:

$$x = \sum_{n=1}^N \frac{y_n}{2\sigma^2} \quad (7)$$

$$P_B(N, J, \beta, F) = P_B(N, J, \beta^2 J, F) \quad (17)$$

۵- محاسبه احتمالات سیستم SLB بدون استفاده از واحد جمع کننده پالس

روابط ساختار سیستم SLB در این وضعیت به صورت توابع احتمال شرطی بیان می‌شوند.

سه وضعیت شرطی را برای این توابع احتمال در نظر می‌گیریم: H_0 : عدم وجود هدف و اختلال (فقط نویز گیرنده وجود دارد).

H_1 : وجود هدف در گلبهگ اصلی

H_2 : وجود اختلال در گلبهگ فرعی

$X(x)$ را سیگنال کانال اصلی، $Z(x)$ را سیگنال کانال فرعی

در نظر می‌گیریم:

$$X(x) = \begin{cases} N_m(x) \\ N_m(x) + Ae^{J\phi_A} \\ N_m(x) + Ce^{J\phi_C} \end{cases} \quad (18)$$

$$Z(x) = \begin{cases} N_a(x) \\ N_a(x) + wAe^{J\phi_A} \\ N_a(x) + \beta Ce^{J\phi_C} \end{cases} \quad (19)$$

$N_m(x)$ ، $N_a(x)$ به ترتیب سیگنال نویز گیرنده در کانال اصلی و کانال کمکی می‌باشند که به صورت نویز سفید گوسی با میانگین صفر و واریانس σ_m^2 ، σ_a^2 در نظر گرفته می‌شود.

A و ϕ_A دامنه و فاز سیگنال هدف می‌باشند. اگر A معلوم و ϕ_A تصادفی باشد، مدل سورلینگ صفر برای هدف در نظر گرفته شده است و اگر A نیز تصادفی باشد، مدل سورلینگ یک برای هدف در نظر گرفته شده است.

C و ϕ_C دامنه و فاز سیگنال اختلال می‌باشند که سیگنال اختلال نیز یا به صورت مدل سورلینگ صفر و یا مدل سورلینگ یک در نظر گرفته می‌شود و w نسبت بهره ولتاژ آنتن کمکی به بهره ولتاژ گلبهگ اصلی آنتن رادار می‌باشد و β نسبت بهره ولتاژ آنتن کمکی به بهره ولتاژ گلبهگ‌های فرعی آنتن اصلی رادار می‌باشد.

$$P(y | H_0) = \frac{1}{\sigma_m^2} \exp\left(\frac{-y}{\sigma_m^2}\right) \quad (20)$$

بر اساس این که در سیگنال‌های کانال اصلی و فرعی، هدف وجود داشته باشد یا اختلال حال‌های خاصی برای سیستم تعریف می‌شود و احتمال هر کدام از حالت‌ها به عنوان مشخصات سیستم SLB به صورت حالت خاص از توابع احتمالات عمومی PD و PB محاسبه می‌شود.

در حالتی که سیگنال‌های اختلال و هدف وجود نداشته باشند در کانال اصلی و فرعی فقط نویز گیرنده وجود دارد و در این صورت x ، y برابر صفر می‌باشند. در این حالت احتمال آشکارسازی، احتمال آژیر غلط P_{FA} نامیده می‌شود و داریم:

$$P_{FA}(N, Y, F) = P_{GD}(N, O, T, O, F) \quad (12)$$

اما در حالتی که در جهت گلبهگ اصلی آنتن رادار فقط هدف وجود داشته باشد احتمال آشکارسازی هدف واقعی، P_D به صورت:

$$P_D(N, S, W, Y, F) = P_D(N, S, Y, W^2 S, F) \quad (13)$$

می‌باشد که W^2 بهره آنتن کمکی همه‌جهته و S توان نرمالیزه شده سیگنال هدف است.

در حالتی که در جهت گلبهگ فرعی آنتن رادار فقط اختلال وجود داشته باشد، احتمال آشکارسازی هدف دروغین (PFT) به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$P_{FT}(N, J, \beta, Y, F) = P_D(N, J, Y, \beta^2 J, F) \quad (14)$$

که β نسبت بهره آنتن کمکی به بهره گلبهگ‌های فرعی آنتن اصلی است و J توان نرمالیزه شده سیگنال اختلال است. در حالتی که در کانال اصلی و فرعی فقط نویز گیرنده وجود داشته باشد احتمال مسدود کردن اشتباه، PFB، به صورت زیر است.

$$P_{FB}(N, F) = P_B(N, 0, 0, F) \quad (15)$$

و در حالتی که در جهت گلبهگ اصلی آنتن رادار فقط هدف وجود داشته باشد، احتمال مسدود کردن هدف، P_{TB} به صورت:

$$P_{TB}(N, S, W, F) = P_B(N, S, W^2 S, F) \quad (16)$$

و در وضعیتی که در جهت گلبهگ فرعی آنتن رادار فقط سیگنال اختلال وجود داشته باشد، احتمال مسدود کردن اختلال، P_B به صورت فرمول (۱۷) محاسبه می‌شود [1][2][3][5].

که در آن SNR0 نسبت توان سیگنال هدف به توان نویز در کانال اصلی می باشد [10].

$$SNR_0 = \frac{A^2}{\sigma_m^2} \quad (35)$$

$$P_D = Q\left(\sqrt{2SNr_0}, \sqrt{2Y}\right) - \frac{F}{F+r} \left[1 - Q\left(\sqrt{\frac{2F \cdot SNR_0}{F+r}}, w\sqrt{\frac{2SNR_0}{F+r}}\right) \right] - \frac{r}{F+r} Q\left(\sqrt{\frac{2SNR_0}{F+r}}, \sqrt{\frac{2F \cdot SNR_0}{F+r}}\right) \quad (36)$$

$$+ e^{-SNR_0} \int_0^Y \exp(-y) I_0(2\sqrt{SNR_0 y}) Q\left(\frac{w\sqrt{SNR}}{r}, \sqrt{\frac{2Fy}{r}}\right) dy$$

۶- طراحی SLB و نتیجه گیری های شبیه سازی

بر اساس روابط ریاضی که برای سیستم SLB بدست آمد، روند طراحی برای یک سیستم SLB بدون احتمال جمع کننده پالس بیان می شود. در ابتدا به کمک شبیه سازی تأثیر پارامترهای سیستم بر احتمالات سیستم مانند احتمال مسدود کردن، PB، احتمال مسدود کردن هدف، PTB و احتمال آژیر غلط PFA بررسی می شود. همان طور که در رابطه (۳۴) مشخص شد، احتمال مسدود کردن به سطح آستانه مسدودکنندگی، F، توان اختلال، JNR⁴ نسبت نویز در دو کانال، r و پارامتر β بستگی دارد. در نمودار شکل (۳) احتمال مسدود کردن بر سطح آستانه مسدودکنندگی برای مقادیر مختلف r به ازای $\beta^2 = 5dB$ و $JNR = 5dB$ رسم شده است. با افزایش آستانه مسدودکنندگی احتمال مسدود کردن کاهش می یابد و این احتمال برای مقادیر مختلف r متفاوت است. اما با کاهش سطح آستانه مسدودکنندگی احتمال مسدود کردن برای مقادیر مختلف r تقریباً یکسان است. به عبارت دیگر برای احتمال مسدود کردن بزرگ وابستگی به پارامتر r کمتر است. همچنین به ازای r=0dB یعنی در حالتی که نویزگیرنده دو کانال یکسان است، احتمال مسدود کردن بیشترین مقدار را دارد [1][3].

$$P(y | H_1) = \frac{1}{\sigma_m^2} \exp\left(\frac{-y + A^2}{\sigma_m^2}\right) I_0\left(\frac{2A\sqrt{y}}{\sigma_m^2}\right) \quad (21)$$

$$P(y | H_2) = \frac{1}{\sigma_m^2} \exp\left(\frac{-y + C^2}{\sigma_m^2}\right) I_0\left(\frac{2C\sqrt{y}}{\sigma_m^2}\right) \quad (22)$$

$$P(x | H_0) = \frac{1}{\sigma_a^2} \exp\left(\frac{-x}{\sigma_a^2}\right) \quad (23)$$

$$P(x | H_1) = \frac{1}{\sigma_a^2} \exp\left(\frac{-x + (wA)^2}{\sigma_a^2}\right) I_0\left(\frac{2wA\sqrt{x}}{\sigma_a^2}\right) \quad (24)$$

$$P(x | H_2) = \frac{1}{\sigma_a^2} \exp\left(\frac{-x + (\beta C)^2}{\sigma_a^2}\right) I_0\left(\frac{2\beta C\sqrt{x}}{\sigma_a^2}\right) \quad (25)$$

که در روابط فوق I0(x) تابع بل اصلاح شده نوع اول از مرتبه صفر می شود:

$$I_0(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^x \exp(x \cos \theta) d\theta \quad (26)$$

حال با توجه به روابط (۱)، (۲) و تعریف احتمالات ششگانه سیستم SLB، روابط انتگرالی زیر برای احتمالات سیستم SLB بیان می شود:

$$P_{FA} = \int_Y^\infty p(x | H_0)^F \int_0^x p(x | H_0) dx dy \quad (27)$$

$$P_D = \int_Y^\infty p(x | H_1)^F \int_0^x p(x | H_1) dx dy \quad (28)$$

$$P_{FT} = \int_0^\infty p(x | H_2)^F \int_0^x p(x | H_2) dx dy \quad (29)$$

$$P_{FB} = \int_0^\infty p(x | H_0)^{\frac{x}{F}} \int_0^x p(x | H_0) dx dy \quad (30)$$

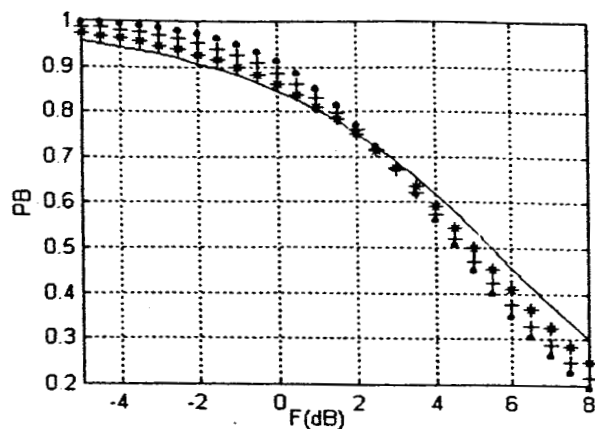
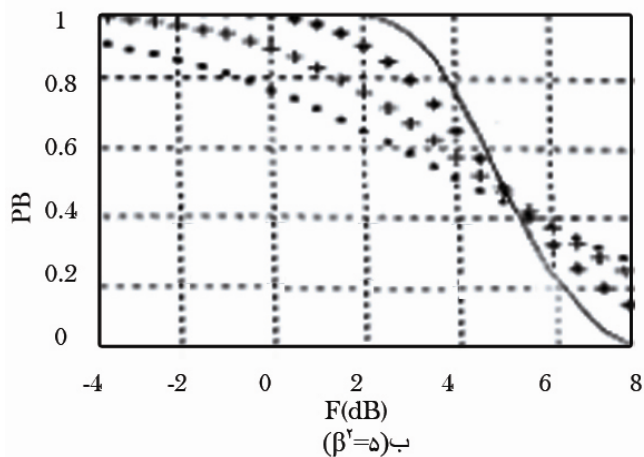
$$P_{TB} = \int_0^\infty p(x | H_1)^{\frac{x}{F}} \int_0^x p(x | H_1) dx dy \quad (31)$$

$$P_B = \int_Y^\infty p(x | H_2)^F \int_0^x p(x | H_2) dx dy \quad (32)$$

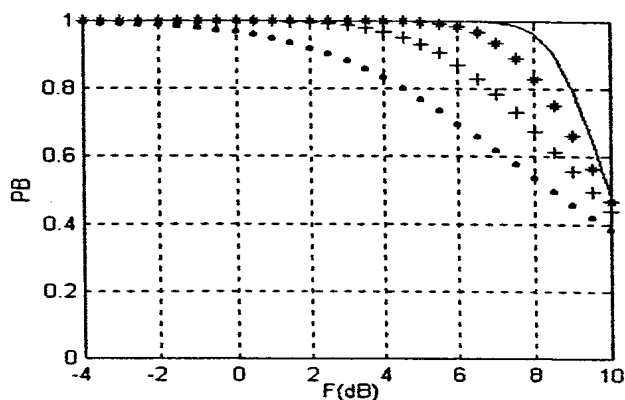
$$JNR_0 = \frac{C^2}{\sigma_m^2} \quad (33)$$

$$P_B = \frac{F}{r+F} \left[1 - Q\left(\sqrt{\frac{2F \cdot JNR_0}{r+F}}, \beta\sqrt{\frac{2JNR_0}{r+F}}\right) \right] \quad (34)$$

$$+ \frac{r}{r+F} Q\left[\beta\sqrt{\frac{2JNR_0}{r+F}}, \sqrt{\frac{2F \cdot JNR_0}{r+F}}\right]$$



شکل ۳- احتمال مسدود کردن بر حسب آستانه مسدودکنندگی
 $r=7.5$: - , $r=5$: * , $r=2.5$: + , $r=0$ dB : .



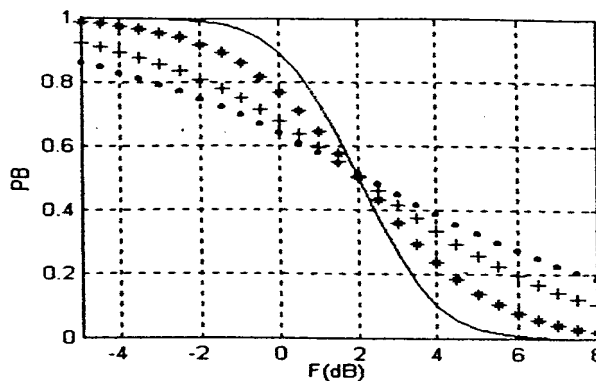
ج ($\beta^2=10$)

شکل ۴- احتمال مسدود کردن بر حسب سطح آستانه مسدودکنندگی برای مقادیر مختلف β و JNR

از مقایسه نمودارهای شکل (۴) که برای ۱۰ و ۵ و ۲ $\beta^2 =$ رسم شده‌اند، مشخص می‌شود که با افزایش مقدار β احتمال مسدود کردن حتی برای اختلال‌هایی با توان کم افزایش پیدامی‌کند. مثلاً به‌ازای سطح آستانه $F=2.5$ dB برای $JNR=0$ dB احتمال مسدود کردن به‌ازای $\beta^2 = 10$ dB به ۹۰٪ می‌رسد.

به‌طور خلاصه احتمال مسدود کردن زیاد به‌ازای مقادیر کوچک سطح آستانه مسدودکنندگی و مقادیر بزرگ β بدست می‌آید. در نمودار شکل (۵) احتمال مسدود کردن هدف، PTB، بر حسب SNR در گیرنده برای مقادیر مختلف F و به‌ازای $r=2.5$ dB و $w_2=-15$ dB رسم شده است. برای همه مقادیر F با افزایش نسبت سیگنال به نویز احتمال مسدود کردن هدف

برای بررسی تأثیر پارامتر β و نسبت توان اختلال به نویز JNR، بر احتمال مسدود کردن این احتمال بر حسب سطح آستانه مسدودکنندگی برای مقادیر مختلف β و JNR در نمودارهای شکل (۴) رسم شده است. در این نمودارها $r=2.5$ dB می‌باشد. همان‌طور که در نمودار (۴-الف) مشاهده می‌شود، به‌ازای هر مقدار از JNR هرچه سطح آستانه مسدودکنندگی کوچک‌تر باشد، احتمال مسدود کردن بیشتر است و در حوالی نقطه $F = \beta^2$ احتمال مسدود کردن به شدت افت پیدا می‌کند و با افزایش سطح آستانه مسدودکنندگی احتمال مسدود کردن به سمت صفر میل می‌کند. از طرف دیگر به‌ازای مقادیر $F < \beta^2$ هرچه توان اختلال بزرگ‌تر باشد، احتمال مسدود کردن نیز افزایش پیدا می‌کند. به‌عبارت دیگر احتمال مسدود کردن اختلال‌هایی با توان کم، پایین است. به‌عنوان مثال به‌ازای $F=2.5$ dB برای $JNR=0$ dB احتمال مسدود کردن به ۷۰٪ هم نمی‌رسد.



الف ($\beta^2=2$)

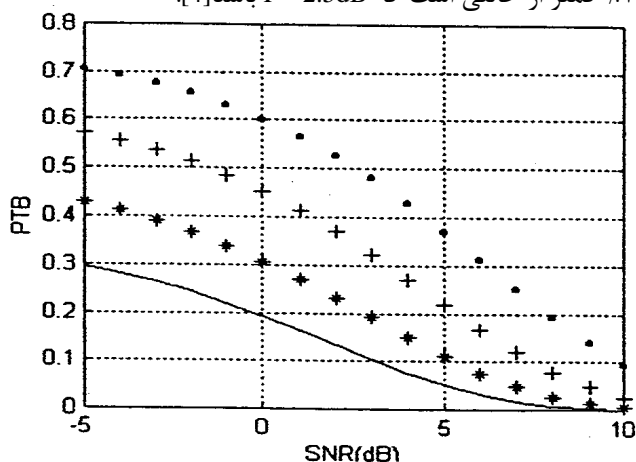
شکل (۳) نشان داد که هرچه مقدار β بزرگ‌تر باشد احتمال مسدودکردن نیز بیشتر است.

با توجه به شبیه‌سازی‌های انجام گرفته در این مقاله و روش پیشنهادی و از طرف دیگر با توجه به این که آنتن کمکی یک آنتن همه‌جهته می‌باشد، هرچه بهره آن بزرگ‌تر باشد، پیاده‌سازی عملی آن مشکل‌تر می‌باشد، بنابراین در روند طراحی، ابتدا کمترین مقدار برای β انتخاب می‌شود و سپس مقدار F از روی نمودار PB برحسب F مشخص می‌شود.

۸- منابع

- [1] Derakhshan, Pouya; "RADAR signal Processing by TMS320 and Clutter rejection and CFAR Acquisition", Msc. Thesis 2004.
- [2] Derakhshan, Pouya; "Reduction Distortion of Sidelobe from Radar Fundamental Signal", 15th ICEE Conference, pp.73, 2007.
- [3] Farina, A., "Design of SLB system in the presence of Correlated Ground clutter", IEE, proc. Radar sonar Navig., Vol. 147, pp.199-208, 2000.
- [4] Shnidman, D.A and Toumodge, S.; "Sidelobe Blanking with Integration Target Fluctuation", IEEE Trans. On AES, Vol.38, pp.1023-1037, 2002
- [5] Maisel, L.; "performance of sidelobe Blanking System", IEEE Trans. On AES, Vol.4, pp.174-180, 1968.
- [6] A. R. Thompson; "The response of radio-astronomy synthesis array to interfering signals", IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. AP-30, pp. 450-456, May 1982.
- [7] A. Zeira and B. Friedlander; "Direction finding with time varying arrays", IEEE Trans. Signal Processing, vol. 43, pp. 927-937, Apr. 1995.
- [8] Xiaojian Xu and Ram M. Narayanan; "Range sidelobe suppression technique for coherent ultra- wideband random noise radar imaging", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol.49, No.12, pp.1836-1842, Dec. 2001.
- [9] I.P. Theron, E.K. Walton, S. Gunawan; "Compact range radar cross-section measurements using a noise radar", IEEE Trans. on Antennas and Propagation, vol. 46, No. 9, pp. 1285-1288, September 1998.
- [10] R.M. Narayanan, M. Dawood, "Doppler estimation using a coherent ultra wide-band random noise radar", IEEE Trans. Ant. and Propag., AP-48, June 2000, pp. 868-878.

کاهش می‌یابد و به سمت صفر میل می‌کند. به عبارت دیگر، احتمال مسدودکردن اهدافی با توان کم، زیاد می‌شود. به عنوان مثال $SNR=5dB$ و $F=-2.5dB$ احتمال مسدودکردن هدف به 70% می‌رسد. نمودار شکل (۴) نشان می‌دهد که برای یک SNR مشخص هرچه سطح آستانه مسدودکنندگی، F بزرگ‌تر باشد، احتمال مسدودکردن هدف کاهش می‌یابد. به عنوان مثال برای $SNR=0dB$ احتمال مسدودکردن هدف به ازای $F=5dB$ 10% کمتر از حالتی است که $F=-2.5dB$ باشد [4].



شکل ۵- احتمال مسدودکردن هدف برحسب SNR در گیرنده برای مقادیر مختلف F

۷- نتیجه‌گیری

هدف از طراحی سیستم SLB تعیین مقدار F ، β ، Y است. به گونه‌ای که به ازای احتمال آژیر غلط مشخص حداکثر احتمال مسدودکردن اختلال و حداقل احتمال مسدودکردن هدف بدست می‌آید.

در این مقاله یک راه ممکن برای طراحی سیستم پیشنهاد شد که با مقدار مورد نیاز برای PB آغاز شد. با توجه به نمودارهای شکل (۳) برای یک PB مشخص و JNR معلوم، با انتخاب β ، مقدار F مشخص می‌شود و با توجه به بکارگیری واحد جمع‌کننده پالس و عدم حضور آن نتایج مناسبی را برای طراحی بدست آوردیم.

پارامتر β نسبت بهره آنتن کمکی به بهره گلبه‌های فرعی آنتن اصلی می‌باشد و همان‌طور که بیان شد این نسبت باید حدود یک باشد. به عبارت دیگر بهره آنتن کمکی باید در حدود بهره گلبه‌های فرعی آنتن اصلی باشد و نمودارهای

۹- پی نوشتها

-
- ¹ Sidelobe Blanking
 - ² Radar Range Cell (RRC)
 - ³ False Alarm
 - ⁴ Jammer to Noise Ratio