

# آنالیز سیگنال اکوی رادار تعقیب بر مبنای هیستوگرام زمانی و آزمایش تجربی آن

محسن میوه چی<sup>۱</sup>، استادیار، رزا بنی طالبی دهکردی<sup>۲</sup>، دانشجوی دکترا، ابوالقاسم زیدآبادی نژاد<sup>۳</sup>، دانشیار

۱- دانشکده فنی و مهندسی، گروه برق - دانشگاه اصفهان - اصفهان - ایران - mivehchy@eng.ui.ac.ir

۲- دانشکده فنی و مهندسی، گروه برق - دانشگاه اصفهان - اصفهان - ایران - roza.bani.deh@gmail.com

۳- دانشکده برق، کامپیوتر - دانشگاه صنعتی اصفهان - اصفهان - ایران - zeidabad@cc.iut.ac.ir

**چکیده:** در این مقاله روش ساده‌ای برای تمایز سیگنال هدف از نویز، در شرایط SNR کوچک بر مبنای تحلیل مستقیم دوره‌های تناوب در حوزه زمان ارائه شده است. در سیگنال اکوی یک رادار تعقیب، عموماً پهنای باند نسبی سیگنال از یک اکتاو کمتر است. با رسم هیستوگرام دوره‌های تناوب سیگنال و یافتن ماکزیمم این منحنی، وجود سیگنال اکوی هدف و فرکانس آن مشخص می‌شود. در صورتی که سیگنال ورودی گیرنده فقط شامل نویز سفید باشد، این هیستوگرام فاقد ماکزیمم واضح خواهد بود و در صورتی که لابه لای نویز، سیگنال ضعیفی هم وجود داشته باشد، ماکزیمم مشخصی در هیستوگرام ظاهر می‌شود که با افزایش SNR این ماکزیمم واضح تر می‌شود. به منظور بررسی این روش علاوه بر شبیه سازی، مدار ساده‌ای طراحی و ساخته شده است که نتایج حاصله، حاکی از صحت روش است.

**واژه‌های کلیدی:** سیگنال اکوی هدف، حوزه زمان، هیستوگرام دوره‌های تناوب.

## Analysis of Echo Signal in Tracking Radar by Time Histogram and Its Experimental Testing

Mohsen Mivehchy, Assistant Professor<sup>1</sup>, Roza Banitalebi Dehkordi<sup>2</sup>, Phd student, Abolghasem Zeidaabadi Nezhad, Associate Professor<sup>3</sup>

1- Faculty of Engineering, Department of Electrical Engineering University of Isfahan, Isfahan, Iran, Email: mivehchy@eng.ui.ac.ir

2- Faculty of Engineering, Department of Electrical Engineering University of Isfahan, Isfahan, Iran, Email: roza.bani.deh@gmail.com

3- Department of Electrical & Computer Engineering Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, Email: zeidabad@cc.iut.ac.ir

**Abstract:** Generally the fractional bandwidth of tracking radar echo signal is lower than an octave. The existence of the target echo signal creates a peak in the histogram of periods at the frequency of the signal. When there is only white noise in the received signal, no distinct peak can be observed in the histogram. However, when both weak echo signal and white noise are coexisted, a peak appears which grows as signal to noise ratio (SNR) increases. This paper presents a simple way based on direct analysis of periods in time domain to distinguish echo signal with low SNR. Comparison of the results from simulation with those from measurement confirms the accuracy of the suggested method.

**Keywords:** Target echo signal, time domain, histogram of periods.

اریخ ارسال مقاله: ۱۳۹۵/۰۳/۰۴

تاریخ اصلاح مقاله: ۱۳۹۵/۰۵/۰۴

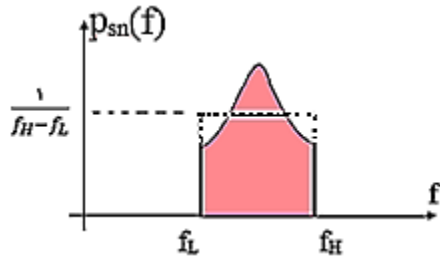
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۶/۲۵

نام نویسنده مسئول: محسن میوه چی

نشانی نویسنده مسئول: دانشکده فنی و مهندسی، گروه برق - دانشگاه اصفهان - اصفهان - ایران

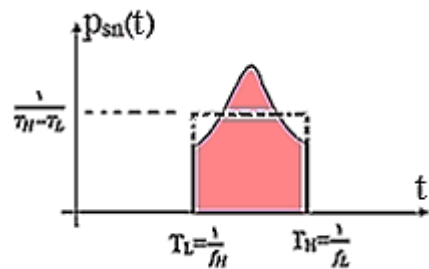
### ۱- مقدمه

در بیشتر سیستم‌های راداری موجود، استخراج اطلاعات از سیگنال اکو بر مبنای انتقال سیگنال به حوزه فرکانس با استفاده از FFT و بررسی طیف آن انجام می‌شود [۱]. اما در سال‌های اخیر بررسی ویژگی‌های آماری سیگنال در حوزه زمان مانند میانگین، واریانس و ممان‌های مرتبه بالاتر مورد توجه قرار گرفته است [۲] که در حوزه‌های مختلف مهندسی و حتی پزشکی کاربرد دارد [۳، ۴]. در این مقاله سعی شده که از نحوه توزیع پروندها در حوزه زمان برای استخراج اطلاعات در یک رادار تعقیب هدف در حوزه  $x$  (حوزه فرکانسی ۸GHz تا ۱۲GHz) استفاده شود.



شکل ۳: PDF فرکانسی سیگنال [۷]

همین پدیده در چگالی احتمال وقوع در حوزه زمان ( $p_{sn}(t)$ ) نیز تأثیر می‌گذارد که در شکل ۴ دیده می‌شود.

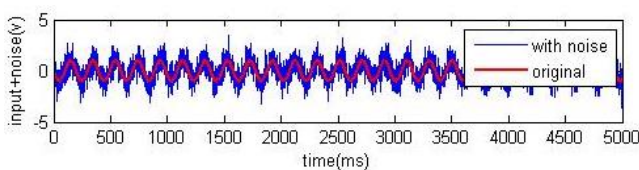


شکل ۴: PDF زمانی سیگنال [۷]

به بیان دیگر حضور سیگنال ضعیف در لابه‌لای نویز سبب می‌شود که تعداد دفعات تکرار برای پروندهای حوالی پرونده سیگنال هدف افزایش یابد و این میزان افزایش تابعی از SNR سیگنال ورودی است. اگر هیستوگرام تعداد تکرار هر پرونده برحسب  $T$  در فاصله  $T_L \leq T \leq T_H$  رسم شود، منحنی حاصله مشابه  $p_{sn}(t)$  خواهد بود. اگر در این منحنی ماکزیمی وجود داشته باشد که دارای حداقل فاصله مورد نظر از بقیه مقادیر باشد، وجود سیگنال همراه نویز را نشان می‌دهد و پرونده متناظر با آن، بیانگر پرونده این سیگنال هدف است.

### ۳- شبیه‌سازی

توسط نرم‌افزار متلب ابتدا یک سیگنال سینوسی تولید می‌شود، سپس نویزی پهن باند با دامنه متغیر تولید و به آن اضافه می‌شود به نحوی که نسبت SNR از ۲۰- تا ۲۰+ دسی‌بل قابل تغییر باشد، که در شکل ۵ سیگنال همراه با نویز در حالت SNR=۰dB نشان داده شده است.

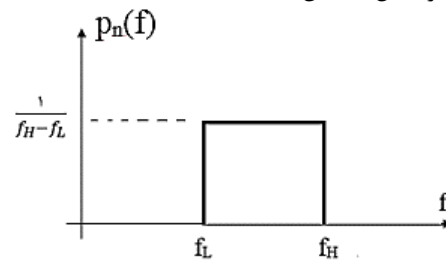


شکل ۵: سیگنال توأم با نویز با SNR=۰dB

### ۲- مبنای روش

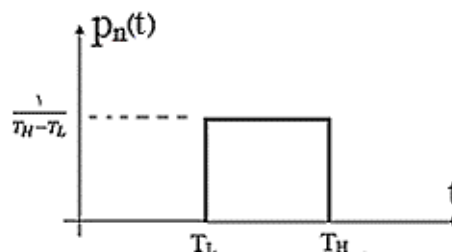
در ساختار گیرنده رادار تعقیب عموماً از یک فیلتر میان‌گذر با پهنای باند  $B$  استفاده می‌شود، که فرکانس قطع پایینی آن برابر  $f_L$  و فرکانس قطع بالایی  $f_H$  است.  $(B = f_H - f_L)$ . اگر پهنای باند نسبی فیلتر از یک اکتاو کمتر باشد ( $f_H/f_L < 2$ )، در آن صورت پهنای باند سیگنال خروجی این فیلتر نیز کمتر از یک اکتاو خواهد بود [۵، ۶].

تابع چگالی احتمال وقوع این سیگنال (PDF) در حوزه فرکانس برای حالتی که فیلتر ایده‌آل بوده و در ورودی فقط نویز سفید موجود باشد ( $p_n(f)$ )، در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: PDF در حوزه فرکانس [۷]

پروندهای مشاهده‌شده در خروجی فیلتر می‌تواند ناشی از نویز تنها و یا نویز و سیگنال به صورت توأم باشد، که در شکل ۲، PDF در حوزه زمان ( $p_n(t)$ )، برای حالتی که فقط نویز موجود باشد نشان داده شده است.



شکل ۲: PDF در حوزه زمان [۷]

که  $T_L \leq T \leq T_H$ ,  $T_H = 1/f_L$ ,  $T_L = 1/f_H$  است.

اکنون اگر همراه نویز که دارای توزیع یکنواخت در باند گذر فیلتر است یک سیگنال ضعیف وارد شود، در این حالت PDF در حوزه فرکانس

### ۱- پیاده‌سازی و آزمایش تجربی روش

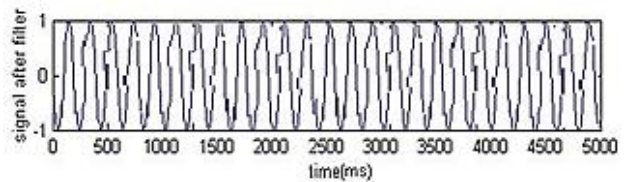
به‌منظور تست روش از مدار ساده شکل ۹ استفاده شده است، که در آن سیگنال ورودی ابتدا از یک فیلتر میان‌گذر (BPF) با فرکانس مرکزی  $f_0=25\text{KHz}$  و پهنای باند نسبی  $f_H/f_L < 1/2$  عبور می‌کند. برای تولید سیگنال همراه با نویز و با نسبت‌های مختلف SNR در ورودی مدار، از یک Direct Digital Synthesizer به شماره ۲-۸۱۳۴ HM و یک منبع نویز (N.G) استفاده شده است، به‌منظور مشاهده نسبت سیگنال به نویز تولیدشده، سیگنال خروجی جمع‌کننده، قبل از اعمال به فیلتر میان‌گذر توسط یک اسپکتروم آنالایزر به شماره NEX۱-NS۳۰ مشاهده می‌شود و با قطع و وصل نوبتی دامنه‌های سیگنال و نویز، نسبت SNR تولیدشده به‌صورت عملی هم اندازه‌گیری می‌شود.

این سیگنال از یک فیلتر میان‌گذر با پهنای باند کوچک‌تر از یک اکتاو ( $f_H/f_L = 1/5$ ) عبور می‌نماید. این سیگنال باند محدود در شکل ۶ نشان داده شده است. مقادیر عملی مورد استفاده در این شبیه‌سازی به‌صورت زیر است:

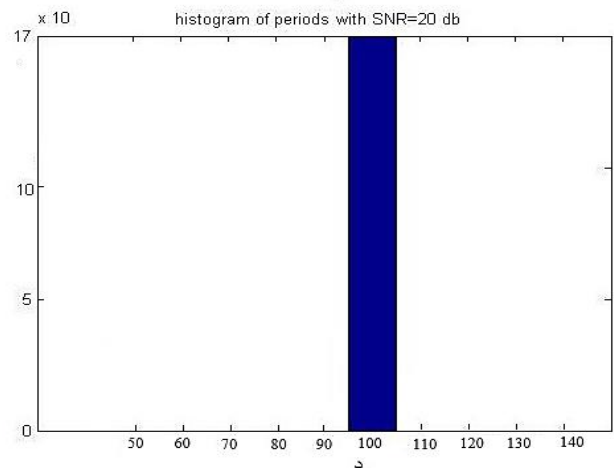
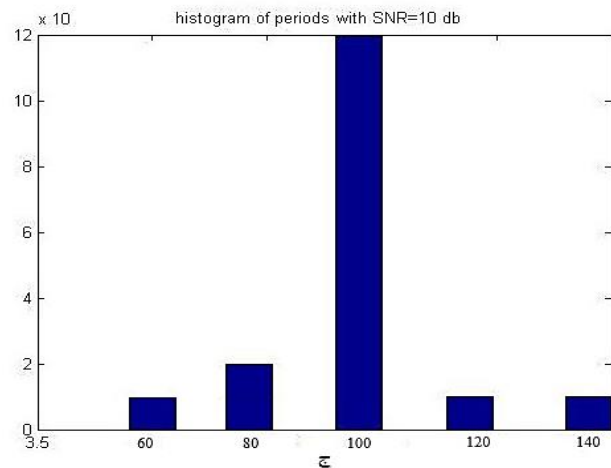
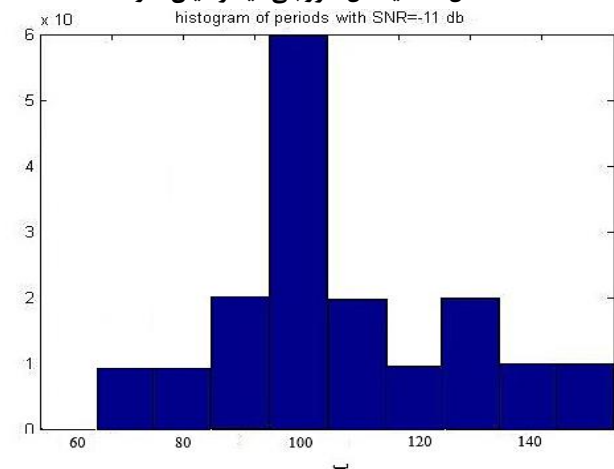
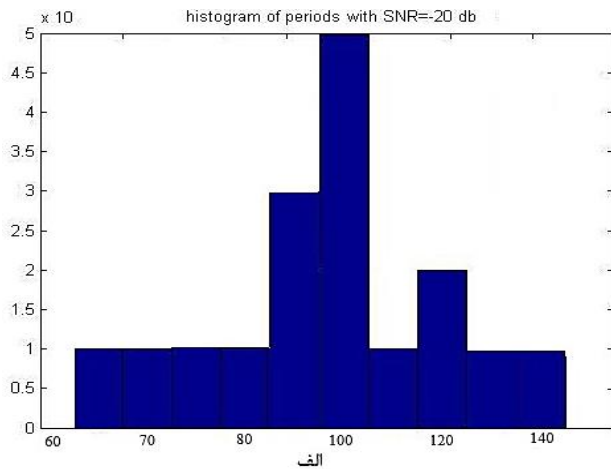
$$f_0=10\text{Hz}, f_L=8\text{Hz}, f_H=12\text{Hz}$$

گام‌های افزایش طول پریود برابر  $\Delta T=0.5\text{msec}$  بوده است.

هیستوگرام فراوانی تکرار پریود برحسب طول پریود (T) در فاصله  $T_L \leq T \leq T_H$  به ازای مقادیر مختلف SNR در شکل ۷ نشان داده شده است. با توجه به منحنی‌های حاصله دیده می‌شود که حتی به ازای  $\text{SNR}=-20\text{dB}$  SNR فراوانی تکرار در حوالی پریود متناظر با سیگنال ورودی به نحو مشخصی بیشتر از بقیه پریودهاست. هیستوگرام متناظر با حالتی که فقط نویز وجود داشته باشد،  $\text{SNR}=-\infty\text{dB}$ ، در شکل ۸ رسم شده که ماکزیمم مشخصی در آن دیده نمی‌شود.



شکل ۶: سیگنال خروجی فیلتر میان‌گذر



شکل ۷: هیستوگرام فراوانی تکرار پریود برحسب msec (الف)  $\text{SNR}=-20\text{dB}$  (ب)  $\text{SNR}=-11\text{dB}$  (ج)  $\text{SNR}=10\text{dB}$  (د)  $\text{SNR}=20\text{dB}$

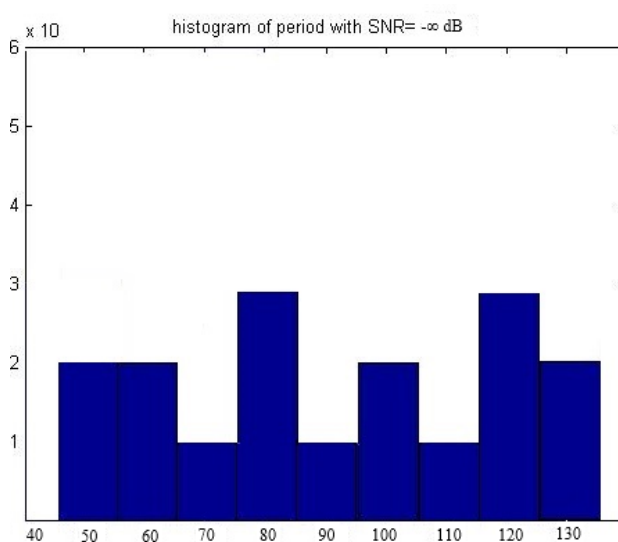
غیر از فاصله زمانی حضور پالس  $T_w$  برسد، خروجی فلیپ‌فلاپ صفر منطقی شده و تا لبه بالارونده بعدی سیگنال ورودی برابر صفر منطقی باقی می‌ماند. به بیان ساده‌تر اگر فاصله دو لبه بالارونده متوالی (یا  $T_i$ ) در محدوده  $T_d < T_i < T_d + T_w$  قرار گیرد، خروجی فلیپ‌فلاپ به اندازه  $T_{i+1}$  در سطح یک منطقی باقی می‌ماند و در غیر این صورت در طول مدت خروجی در سطح صفر منطقی می‌ماند.

یعنی این مدار ساده به ازای هر  $T_i$  نادرست یک امتیاز صفر منطقی می‌دهد. سپس توسط مدار R-C از ولتاژ خروجی متوسط‌گیری شده و ولتاژ خروجی  $V_o$  تولید می‌شود. افزایش ولتاژ  $V_o$  به معنای افزایش SNR یا قدرت سیگنال است. همچنین با استفاده از مقایسه‌گر می‌توان هرگاه ولتاژ  $V_o$  از مقدار  $V_{Ref}$  بیشتر شد، اعلام وجود سیگنال معتبر نمود. مقدار  $V_{Ref}$  متناظر با ولتاژ  $V_o$  به ازای حالتی است که در ورودی تنها نویز وجود دارد.

در این حالت با توجه به پهنای باند میان‌گذر ورودی کل پریودهای ممکن در محدوده  $T_L$  تا  $T_H$  قرار دارند و به دلیل توزیع یکنواخت  $p_n(t)$  احتمال قرار گرفتن لبه بالارونده بعدی در محدوده وقوع  $T_w$  از کل محدوده ممکن برای پریودها  $(T_H - T_L)$  برابر با  $\frac{T_w}{T_H - T_L}$  است لذا ولتاژ خروجی مورد انتظار برای حالتی که فقط نویز وجود دارد  $(V_{o,TH})$  با رابطه (۲) قابل بیان است.

$$V_{o,TH} = \frac{T_w}{T_H - T_L} \times V_{OH} \quad (2)$$

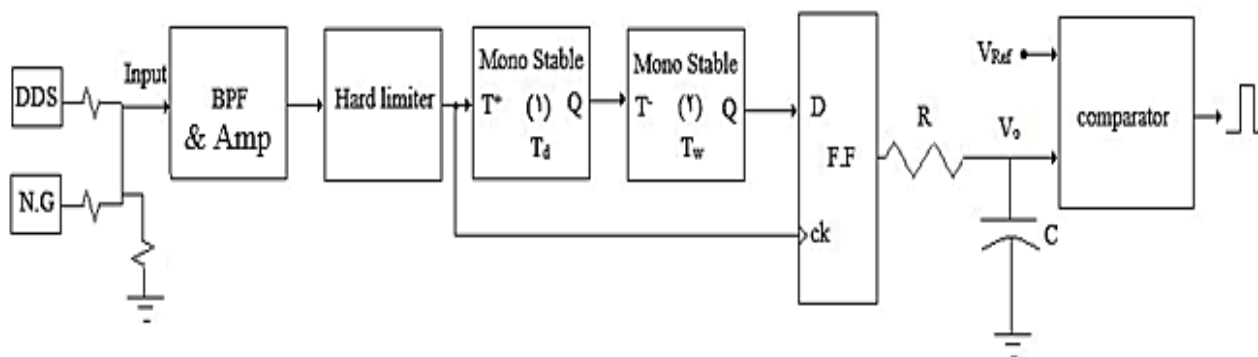
که در آن  $V_{OH}$  ولتاژ خروجی فلیپ‌فلاپ در حالت یک منطقی است. در حوزه فرکانس عملکرد مدار به این ترتیب قابل بیان است که اگر همراه با نویز ورودی سیگنالی در محدوده فرکانسی  $f_1 = \frac{1}{T_d + T_w}$  تا  $f_2 = \frac{1}{T_d}$  وجود داشته باشد مدار وجود آن را تشخیص می‌دهد. به این ترتیب اگر محدوده‌ای از فرکانس که سیگنال ورودی در آن قرار دارد مشخص باشد، (یعنی  $f_1$  و  $f_2$  مشخص باشند) آنگاه مقدار  $T_d$  و  $T_w$  تعیین و مدار طراحی می‌شود.



شکل ۸: هیستوگرام فراوانی دوره تناوب با SNR = -∞ dB

سیگنال خروجی فیلتر پس از تقویت توسط یک مدار Hard limiter به شکل مربعی درمی‌آید. سپس توسط یک مدار ساده شامل دو مونواستابل، یک فلیپ‌فلاپ نوع D، یک فیلتر RC ساده و یک مقایسه‌گر با ولتاژ مرجع  $V_{Ref}$  وجود سیگنال بررسی می‌شود و در صورت وجود سیگنال در خروجی مقایسه‌گر، پالسی ظاهر می‌شود.

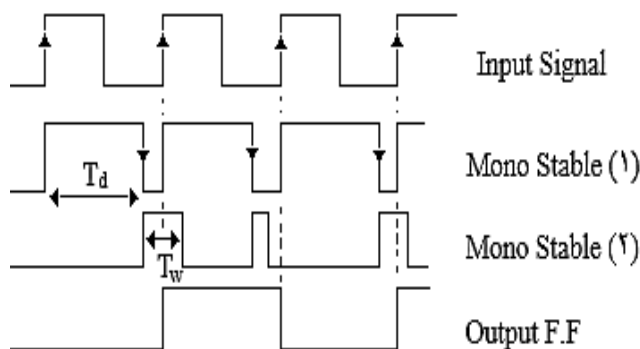
دیگرام زمانی مدار در شکل ۱۰ دیده می‌شود. مونواستابل (۱) در لبه بالارونده سیگنال، تریگر می‌شود و به مدت  $T_d$  خروجی Q آن در حالت یک منطقی باقی می‌ماند و در مدت زمان سنجی،  $T_d$ ، تریگرهای اضافی ورودی را نمی‌پذیرد. در انتهای مدت  $T_d$  و هم‌زمان با پایین آمدن خروجی Q در مونواستابل اول، مونواستابل دوم تریگر شده و پالسی به عرض  $T_w$  تولید می‌کند. خروجی Q مونواستابل دوم به ورودی D یک فلیپ‌فلاپ متصل است و اگر در مدت وجود پالس  $T_w$  لبه بالارونده‌ای در سیگنال ورودی ظاهر شود، خروجی فلیپ‌فلاپ برابر یک منطقی شده و تا رسیدن لبه بالارونده بعدی سیگنال ورودی در این وضعیت باقی می‌ماند و اگر لبه بالارونده سیگنال ورودی در لحظاتی



شکل ۹: بلوک دیگرام مدار عملی

جدول ۱: ولتاژ خروجی متنظر با SNR ورودی

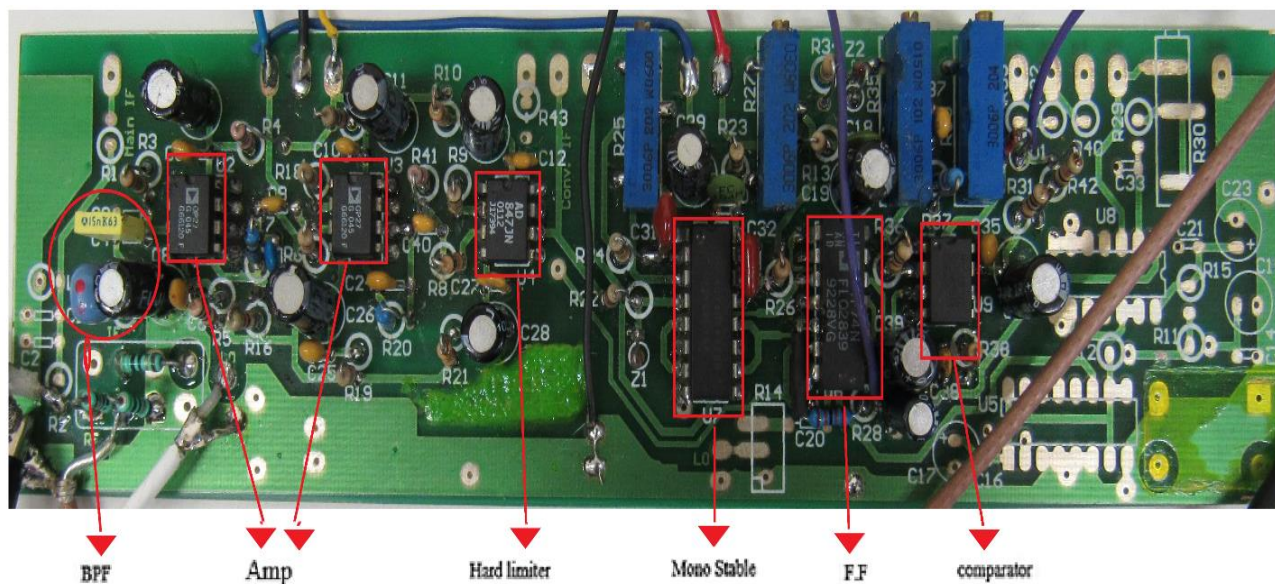
SNR[dB]	V <sub>o</sub> [volt]
۲۰	۴/۸۷
۱۰	۴/۵۵
۶	۳/۶۷
۳	۲/۵۶
۰	۱/۷۵
-۳	۱/۳
-۶	۰/۳۳۲
-۱۰	۰/۱۳۳
-۱۲	۰/۱۳
-۱۳	۰/۱۲۷
-۱۴	۰/۱۲۴
-۲۰	۰/۱۲۴



شکل ۱۰: دیاگرام زمانی مدار تمایز سیگنال از نویز

در این تست مداری برای تشخیص سیگنال در حوالی فرکانس ۲۵ کیلوهرتز با  $T_w=1\mu s$  و  $T_d=39/5\mu s$  ساخته شده است. مدار مجتمع استفاده شده مونواستابل با شماره ۷۴HCT۴۵۳۸ و فلیپ فلاپ به شماره ۷۴F۷۴ بوده است و برای تقویت سیگنال از دو تقویت کننده عملیاتی به شماره op۲۷ استفاده شده و برای تحقق محدودکننده سخت از یک تقویت کننده عملیاتی سریع به شماره AD۸۴۷ به صورت مقایسه گر استفاده شده است. شکل ۱۱ تصویر برد چاپی مدار ساخته شده و محل قطعات روی آن را نشان می دهد. به منظور تست مدار سیگنالی با فرکانس مرکزی  $f_0=25kHz$  و نسبت های مختلف SNR مطابق جدول ۱ به مدار وارد و ولتاژ خروجی متنظر ثبت شده است و نتایج آن در این جدول آمده است.

شکل ۱۲-الف و ۱۲-ب طیف فرکانسی مجموع سیگنال و نویز ورودی به مدار را به ترتیب برای دو حالت SNR کوچک و SNR بزرگ نشان می دهد که توسط اسپکتروم آنالایزر ثبت شده است. شکل ۱۲-ج سیگنال ورودی مربعی شده و سیگنال خروجی مونواستابل دوم (پالس با عرض  $T_w$ ) را که به صورت هم زمان توسط اسیلوسکوپ حافظه دار ذخیره شده است، نشان می دهد و متنظر با حالتی است که SNR کوچک است. شکل ۱۲-د سیگنال ورودی مربعی شده و پالس با عرض  $T_w$  را در حالتی نشان می دهد که SNR بزرگ است.

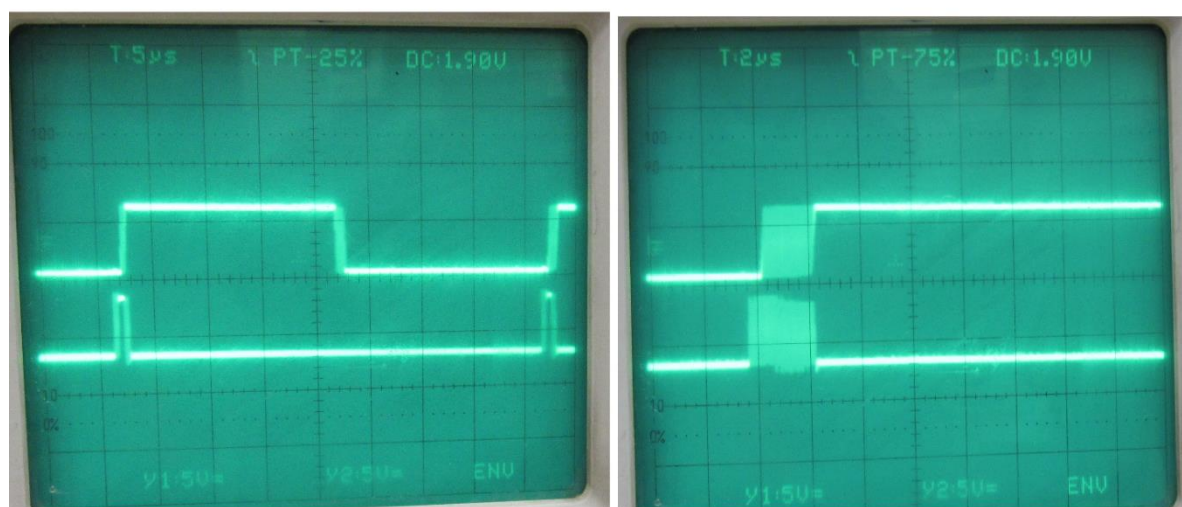


شکل ۱۱: مدار ساخته شده



ب

الف



د

ج

شکل ۱۲: منحنی‌های الف) طیف مجموع سیگنال و نویز ورودی در حالت SNR کوچک ب) طیف مجموع سیگنال و نویز ورودی در حالت SNR بزرگ ج) دیاگرام زمانی سیگنال ورودی مربعی شده و پالس با عرض  $T_w$  در حالت SNR کوچک د) دیاگرام زمانی سیگنال ورودی مربعی شده و پالس با عرض  $T_w$  در حالت SNR بزرگ

FFT و انتگرال‌گیری برای افزایش نسبت سیگنال به نویز استفاده می‌شود و سپس عمل مقایسه با سطح آستانه صورت می‌گیرد. اما در این مقاله نشان داده شده که با پردازش مستقیم سیگنال در حوزه زمان و با استفاده از مدارهای ساده، سریع و کم‌هزینه همان حدود قابلیت تشخیص به دست می‌آید و در اکثر تحقیقات و مقالات منتشره هم در حالی که  $SNR < -12\text{dB}$  باشد سیگنال از نویز قابل تشخیص نیست [۹، ۱۰].

با مقایسه بین نتایج شبیه‌سازی هیستوگرام‌های شکل ۷ و نتایج تست تجربی طبق جدول ۱ که برحسب مقادیر مختلف SNR ورودی هستند، دیده می‌شود که در حالت SNR بزرگ در هیستوگرام شکل ۷-د تنها یک پرپود وجود دارد و متناظر آن در جدول ۱ ولتاژ خروجی با توجه به ولتاژ تغذیه مدار به حداکثر خود رسیده است که به معنای آن است که لبه تمامی پرپودهای ورودی در فاصله  $T_w$  واقع شده و

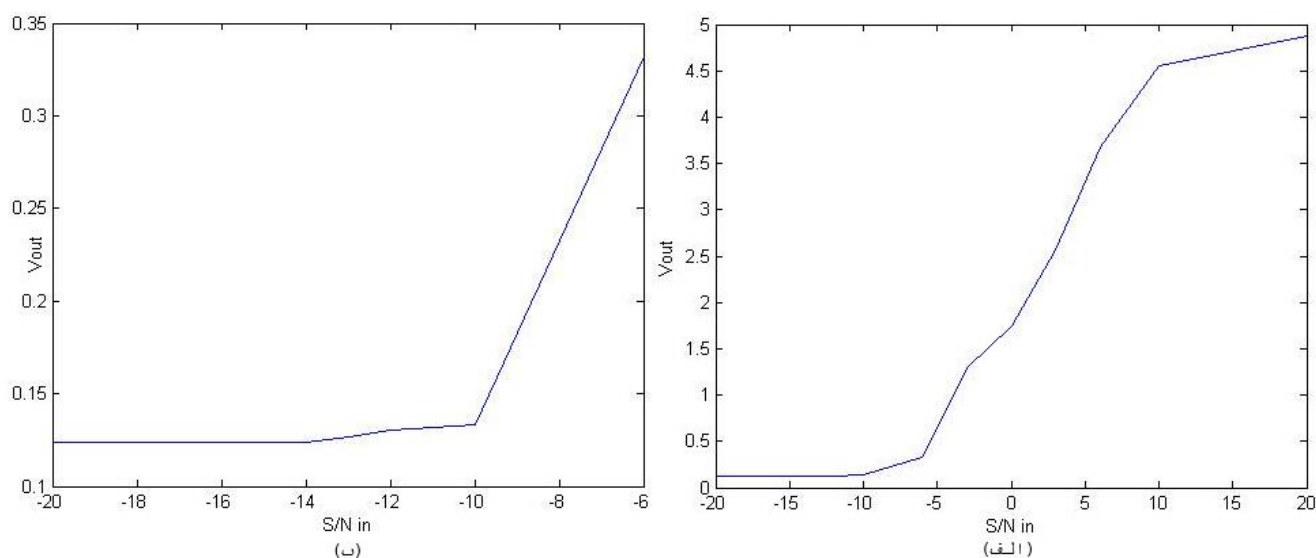
باید اشاره نمود که این اشکال از ثبت چندین سیکل متوالی در یک فاصله زمانی حدود یک ثانیه به دست آمده‌اند و موقعیت لبه‌های سیگنال ورودی در طی سیکل‌های مختلف در آن قابل مشاهده است. با توجه به نمودار می‌توان متوجه شد که مدار قادر است وجود سیگنال را در اعماق نویز حتی در حد  $SNR \leq -12\text{dB}$  تشخیص دهد. منحنی  $V_o$  برحسب SNR متناظر در شکل ۱۳-الف و برای دقت بیشتر برای SNR کوچک به ازای  $SNR < -6\text{dB}$  در شکل ۱۳-ب دیده می‌شود.

## ۲- مقایسه نتایج

برای تشخیص وجود هدف و تعیین فرکانس آن در حالتی که نسبت سیگنال به نویز کوچک است، عموماً از پردازش‌های مفصل مبتنی بر

تفاوت واضحی باهم ندارند. در جدول ۱ دیده می‌شود که این حالت به ازای  $SNR < -14dB$  اتفاق افتاده که با کاهش بیشتر SNR ورودی دیگر ولتاژ خروجی دیگر کاهش نمی‌یابد و به بیان دیگر احتمال وقوع لبه ورودی در فاصله  $T_w$  با کاهش SNR ورودی ثابت باقی می‌ماند. با توجه به نویزهای موجود در تراشه‌های استفاده شده، این محدودیت کاملاً طبیعی می‌باشد.

خروجی Q فیلپ‌فلاپ دائماً یک بوده است تا حداکثر ولتاژ خروجی به دست آید. همچنین در هیستوگرام‌های ۷-الف تا ۷-ج دیده می‌شود که با کاهش ورودی پریودهای دیگری نیز ظاهر می‌شوند که به معنای احتمال وقوع کمتر برای پریود موردنظر می‌باشد و به بیان دیگر احتمال وقوع لبه‌هایی در غیر از فاصله  $T_w$  نیز وجود دارد که سبب کاهش ولتاژ خروجی طبق جدول ۱ شده است. همچنین در حالت نویز تنها در ورودی، طبق هیستوگرام شکل ۸ احتمال وقوع برای پریودهای مختلف



شکل ۱۳: منحنی ولتاژ خروجی برحسب SNR (الف) به ازای تغییرات وسیع (ب) به ازای تغییرات کوچک

- [5] N. J. Kinzie, "Ultra-Wideband Pulse Doppler Radar for Short-Range Targets", Ph.D. Thesis, Faculty of the Graduate School of the University of Colorado, 2011.
- [6] A. Papoulis, "Probability, Random Variables, and stochastic Processes", Polytechnic University, pp. 81-83, 4th ed., 2002.
- [۷] محسن میوه چی، تحلیل، طراحی و ساخت رادار تعقیب در باند X، رساله دکتری مهندسی برق، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ص ۱۱۷، شهریور ۱۳۸۹.
- [8] A. Leon-Garcia, "Probability, Statistics, and Random Processes for Electrical Engineering," University of Toronto, pp. 143-145, 3rd ed., 2008.
- [9] O. A. M. Aly and A. S. Omar, "Detection and Localization of RF Radar Pulses in Noise Environments Using Wavelet Packet Transform and Higher Order Statistics," Progress In Electromagnetics Research, PIER 58, pp. 301-317, 2006.
- [10] H. Gao and J. Li, "Detection and Tracking of a Moving Target Using SAR Images with the Particle Filter-Based Track-Before-Detect Algorithm," Sensors, vol.4, pp. 10829-10845, 2014.

### ۳- نتیجه‌گیری

در این مقاله ابتدا به پایه تئوریک تحلیل زمانی سیگنال اشاره گردید و دیده شد که شکل منحنی هیستوگرام فراوانی تکرار برحسب طول پریود، تحت تأثیر وجود سیگنال و نسبت SNR قرار می‌گیرد. شبیه‌سازی‌های انجام شده نیز این موضوع را تأیید نموده است و در انتها تست تجربی روش توسط یک مدار ساده انجام گردید، که نتایج آن نشان‌دهنده موفقیت روش در تمایز سیگنال از نویز حتی در شرایط SNR کوچک و تعیین پریود یا فرکانس آن می‌باشد.

### References

- [1] C. J. McCormack, "Time-Frequency Analysis in Radar Backscatter Problems," Ph. D Thesis, University of Michigan, pp 13-18, 1996.
- [2] Sh. Fu, K. Liu, Y. Xu, and Yi Liu, "Rolling Bearing Diagnosing Method Based on Time Domain Analysis and Adaptive Fuzzy C-Means Clustering," Hindawi Publishing Corporation Shock and Vibration, 2016.
- [3] C. Chioul, L. W. Schmerr and R. Br. Thompson, "Ultrasonic Flaw Detection Using Neural Network Models and Statistical Analysis: Simulation Studies," Vol. 12, pp 789-795, 1993.
- [4] X. Wan, K. Yan, L. Zhang, Y. Zeng, "A Time-Domain Hybrid Analysis Method for Detecting and Quantifying T-Wave Alternans," Computational and Mathematical Methods in Medicine, 2014.