

## رادار UWB برای اندازه گیری پارامترهای اساسی علائم حیاتی بیماران

یاشار زهفروش

دانشجوی کارشناسی ارشد مخابرات

دانشگاه ارومیه

[Yashar.zehforoosh@gmail.com](mailto:Yashar.zehforoosh@gmail.com)

**چکیده:** رادار UWB<sup>1</sup> توضیح داده شده در این مقاله برای اندازه گیری از راه دور علائم حیاتی بیماران همانند تنفس، ضربان قلب و حرکت قفسه سینه و نیز مشکلات قلبی مورد استفاده قرار می گیرد. از کاربردهای دیگر این رادار استفاده از آن برای پیدا کردن افراد زیر خرابه ها و یا بین انبوه پوشش گیاهی و یا برف انبوه همچنین برای مشخص کردن مجرمین پنهان شده در محلهای مختلف. در اینجا ما به مورد اندازه گیری علائم حیاتی می پردازیم.

**کلمات کلیدی:** رادار، پارامترهای حیاتی، *ultra wide band*

### ۱- روش اندازه گیری و مزایای سیستم

روش اندازه گیری از راه دور تنفس و ضربان قلب با استفاده از فرکانس براساس اندازه گیری شتاب حرکت قفسه سینه و ضربان قلب می باشد. اندازه گیری براساس روش راداری می باشد و از امواج الکترومغناطیسی، برگشت جزئی آنها و میزان نفوذ امواج برای پردازش و محاسبات استفاده می شود. سیگنالهای UWB با طول موج های مابین (۰.۲ تا ۱) نانو ثانیه برای انتقال انرژی انتخاب شده اند. این انتخاب سیگنال برای ما این امکانات را فراهم می آورد:

۱. برای افزایش دقت برای اندازه گیری پارامترهای مربوط به قلب و حرکات قفسه سینه.
۲. برای کاهش حداقل فاصله قابل اندازه گیری برای انجام محاسبات.
۳. برای کاهش چگالی طیفی و قدرت سیگنال انتشار یافته، سطح انتشار الکترومغناطیسی و استفاده به عنوان وسیله پزشکی.

---

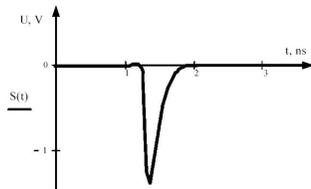
<sup>1</sup> Ultra wideband

۴. برای کاهش حجم دستگاهها.

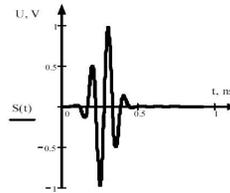
۵. برای افزایش حفاظت دستگاهها در مقابل تداخل های محیطی و بالا بردن قابلیت های اندازه گیری.

### ۲-۱- توصیف روش اندازه گیری بدون تماس

ماهیت روش در این بخش توضیح داده می شود. رادار رشته پالسهای با دوره تناوب ۲۵۰ پیکوثانیه تولید میکند (شکل ۱) که آنتن راتحرک نموده و در فضا انتشار می یابد. (پالس انتشار یافته و طیف آن در شکل ۳، ۲ آمده است).



شکل ۱: پالس ویدئو انتقالی

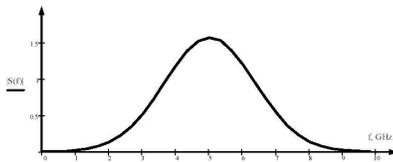


شکل ۲: پالس منتشر شده بوسیله آنتن

دوره تکرار پالسها برابر :

$$T = d/c$$

که  $d$  فاصله فضایی هدف بین پالسها ،  $c$  سرعت نور ( $m/s$ ) می باشد. فرکانس تکرار پالسها برابر :



شکل ۳: نمای دامنه بر حسب فرکانس موج ارسالی

این رشته پالسها بوسیله هدف بازگردانده می شوند. دوره تکرار نامتغیر باقی میماند اگر هدف ثابت باشد. در صورت متحرک بودن هدف سرعت حرکت آن بدین صورت تغییر مییابد:

$$V = V_s \sin(\omega_s t)$$

در نتیجه فاصله فضایی بین پالسها بدین صورت خواهد بود:

$$d_s = d - TV_s \sin(\omega_s t)$$

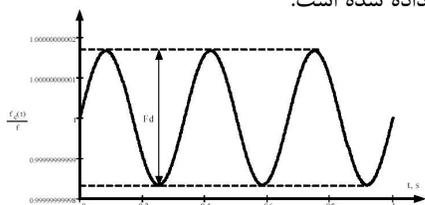
و دوره تناوب پالسها:

$$T_s = \frac{d - TV_s \sin(\omega_s t)}{c}$$

وبالاخره فرکانس تکرار پالسها :

$$f_s = \frac{1}{T_s} = \frac{c}{d - TV_s \sin(\omega_s t)} = \frac{f}{1 - \frac{V_s \sin(\omega_s t)}{c}}$$

بنابراین، ماسیگنال مدوله شده فرکانسی با وابستگی غیرخطی فرکانس نسبت به سرعت حرکت هدف راداریم دریافت میکنیم. فرکانس انعکاس یافته وابسته به زمان از قلب در شکل ۴ نشان داده شده است.

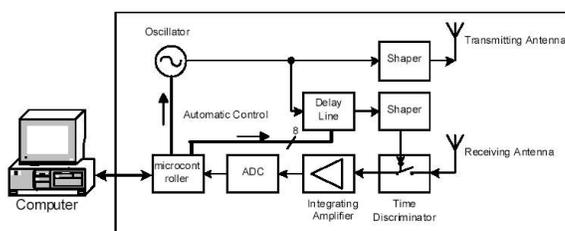


شکل ۴: سیگنال تکرار پالسی برگشتی از قلب با سرعت ۰,۰۰۵ متر/ثانیه

رشته پالسهای مدوله شده حامل اطلاعات از پارامترها و شاخصهای اعضا می باشند که توسط رادار درگیرنده تحلیل می شوند که شامل تبدیل اطلاعات به دیجیتال و وارد کردن آن به کامپیوتر جهت پردازش می باشد.

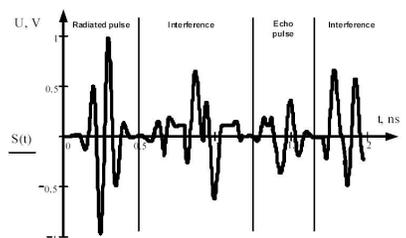
## ۲- نمای بلوکی رادار UWB

یک نمای ساده از رادار در شکل ۵ آمده است.



شکل ۵: شمای ساده بلوک دیاگرام رادار

نوسانساز با کنترلر فرکانسهای تکرار پالسها رشته پالسهای مستطیلی با فرکانس تکرار ۰,۰۵ تا ۳۰ MHz تولید می کند. این پالسها وارد شکل دهنده پالس<sup>۱</sup> و خط تاخیر می شوند. سپس از خروجی شکل دهنده وارد آنتن می شود. فضا انتشار می یابد (شکل ۲). پالسهای انتشار یافته از آنتن بوسیله سطح متحرک قفسه سینه و قلب شخص مورد آزمایش که در جای خود تحرک دارد انعکاس می یابد. در این حالت سیگنال های برگشتی که با توجه به سرعت تپش قلب و یا حرکت قفسه سینه مدوله شده است توسط آنتن گیرنده دریافت میشود که یک نمونه آن در شکل ۶ نشان داده شده است. واضح است که در این مورد رادار تحت نویز شدید قرار دارد که شامل عوامل خارجی و سیگنال های برگشتی از اجسام و دیوارها می باشد که دارای دامنه زیاد می باشند.



شکل ۶: دیاگرام زمانی سیگنال دریافتی

<sup>۱</sup> Shaper

برای از بین بردن تداخل ازبازه های زمانی<sup>۱</sup> تعریف شده در خودپردازنده رادار استفاده میکنیم، بدین صورت که در هنگام ورود سیگنال برگشتی ورودی را باز کرده و در زمان های دیگر بسته نگه می دارد. این وظیفه توسط قسمت تفکیک کننده زمانی<sup>۲</sup> انجام می شود که فواصل زمانی مابین ۲۰۰ تا ۳۰۰ پیکوثانیه می باشد که شامل کلید های سریع می باشد. کلید مستقیماً آنتن را به تقویت کننده<sup>۳</sup> UWB وصل می کند زمانهای قطع و وصل کلید با توجه به ورودی همراه با تاخیر زمانی کنترل می شود که خود این شامل یک نرم افزار کنترلی است. در حقیقت دروازه ورودی سیستم شامل نرم افزار کنترلر خط تاخیر و شکل دهنده پالس است که توسط یک میکروکنترلر<sup>۴</sup> انجام می شود که همچنین فاصله بیمار تا رادار را نیز تعیین می کند. ثابت زمانی انتگرال در تقویت کننده انتگرالی با توجه به عرض باند سیگنال مورد نظر انتخاب می شود. در مورد اندازه گیری میزان تپش قلب و دیگر حرکات در قفسه سینه فرکانس این نوسانات معمولاً بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ هرتز است و به عبارت دیگر ۱۰ تا ۳۰ هزار پالس. این مقادیر اجازه کاهش توان تشعشی و افزایش ضریب سیگنال به نویز را به ما می دهد. سیگنالها بعد از تقویت کننده وارد مبدل آنالوگ به دیجیتال<sup>۵</sup> می شود. در این قسمت سیگنالها به صورت داده های دیجیتال در آمده و به قسمت بعدی هدایت می شوند. در قسمت میکروکنترلر الگوریتمهایی روی داده ها اعمال می شود و نتایج آماده نمایش می گردد. برنامه های عملی روی داده ها در قسمت کامپیوتر الگوریتم تبدیل سریع فوریه و فیلتر کردن اطلاعات است و همچنین تمیز دادن اجسام متحرک از اجسام ثابت تیز مربوط به این قسمت می شود خود سخت افزار رادار طوری طراحی شده است که از تداخل فرکانسی و مدولاسیونی خارجی و حتی تداخل قسمتهای خود رادار در کار یکدیگر اجتناب شود.

### ۳- اجرای عملی

نمونه اولیه رادار با توجه به نکات توضیح داده شده ساخته شده و مورد آزمایش قرار گرفت. اطلاعات مربوط به سیستم در جدول زیر آمده است.

Item	Specifications
Antenna pattern (H-plane)	360° with dipole antenna
Central frequency	~ 5 GHz
Average radiated power	~ 0.04 μW
Receiver gate duration	~ 250 picoseconds
Delay stability range	Limitation on temperature dependence of RC component's parameters
Detection range	~ 0.06 – 5 m

<sup>1</sup> Time slot

<sup>2</sup> Time Discriminator

<sup>3</sup> ultra wide band amplifier

<sup>4</sup> micro controller

<sup>5</sup> ADC(analog to digital convertor)

Motion pass band	$\sim 0.16 - 5$ Hz, Doppler-like signature
Receiver gain	95 dB

نمای واقعی رادار در شکل ۷ آمده است.



شکل ۷: نمای واقعی رادار

اندازه گیری ضربان قلب و تنفس فرد مورد آزمایش با نمونه ساخته شده انجام گرفت و نتایج در جدول ۱ آمده است.

#### ۴- نتیجه گیری

نتایج بدست آمده برای نمونه اولیه هاکی از قابل استفاده بودن این رادار در مواردی از این دست می باشد. نتایج این امیدواری را بوجود می آورد که سیگنالهای **UWB** در آینده نقش مهمی را در صنعت مهندسی پزشکی دارا خواهند بود. همچنین با توجه به مزایای این سیگنالها استفاده از آنها در موارد دیگر در آینده قابل پیش بینی است.

#### ۵- مراجع

- [1] Igor Y. Immoreev, "Ultra-Wideband Radar: new opportunities, unusual problems, system features," Proceeding of Moscow State Technical University, pp 25-26, December 1998.
  - [2] U.S. Patent No 5573012, 1996.
  - [3] "Medicine", IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, January 2002
- Enrico M. Staderini, "UWB Radars in