|  |
| --- |
| **عنوان پروژه: ساخت گیرنده نوری تک فوتون در طول موج مخابراتی**  |
| **واژگان کلیدی:** گیرنده نوری، تک فوتون ، طول موج مخابراتی، مشخصه یابی، دیود آبشاری، دمای اتاق، کنترل و پردازش سیگنال |
| **اقلام (ابزار، مواد، تکنولوژی، زیرساخت) مورد‌نیاز :** اقلام شامل موارد زیر است : * قطعات تامینی از خارج از کشور برای ساخت
* ادوات زیر ساختی برای مشخصه یابی سامانه شامل لیزر دقیق و اسیلوسکوپ و مدارهای اپتیکی
* دانش فنی در زمینه اپتیک و الکترونیک و تکنولوژی درایو قطعات
* تکنولوژی کار در دماهای پایین و ایجاد پایداری برای سامانه
* دانش الکترونیک ابزار دقیق
 |
| **کاربردها:** 1. بایوتکنولوژی :
* مطالعات زیست تابی جانواران
* آشکارسازی تک مولکولی
* توالی یابی DNA
* کشف دارویی
1. فوتونیک
2. تحقیقات علمی
3. اندازه گیری مرتبط با نور
* پایش محیط زیست
* لیدار
* اندازه گیری از راه دور
1. حسگری
* نظارت و مراقبت
* حسگری نور بسیار ضعیف
1. پزشکی و درمانی
* پایش رادیواکتیو
* برش نگاری یا توموگرافی کلینیکی
* تصویربرداری پزشکی
1. اطلاعات کوانتومی
2. تایمینگ ادوات نظامی فوق حساس
3. تصویربرداری لیدارها از فاصله های بسیار دور با دقت بالا
 |
| **شرایط موجود در کشور:** در حال حاضر چند پروژه در این زمینه در حال اجرا می‌باشد که هیچ اطلاعاتی از روند پیشرفت کار و یا خروجی معینی گرفته نشده است و راستی آزمایی انجام نشده است. البته باید توجه داشت که اهداف این پروژه ها می‌تواند متفاوت باشد. |
| **شرایط موجود در دنیا:** در دنیای امروز مشخصاتی که در بالا بیان شده است طبق اطلاعات جمع آوری شده ۵ شرکت معتبر ( آمریکایی، سوئیسی، سنگاپوری، روسی و چینی ) محصول تجاری آماده فروش دارند که البته قیمت این دستگاه ها بسیار بالاست و از طرفی با توجه به این که این محصولات در لایه های امنیتی هم استفاده می‌شود امکان دستکاری و خرابکاری در آن ها وجود دارد.در نتیجه میتوان گفت که در دو راستا این پروژه مورد توجه است : * کاهش هزینه های تامین و ساخت دستگاه
* بومی سازی محصول و دانش فنی آن از جهت استراتژیک بودن آن
 |
| **بیان و تشریح مسئله:** در یک سامانه آشکارساز تک فوتون ویژگی‌های فنی زیر برای بررسی بهره وری سامانه تعریف می‌شود. 1. بازدهی آشکارسازی فوتونی (PDE)(Photon Detection Efficiency)

حساسیت آشکارسازی درپالس خروجی با توجه به نرخ فوتون برخوردی به سامانه می‌باشد که به بازدهی بخش‌های مختلف الکترونیکی و ساختارهای فیزیکی تشکیل دهنده‌ی آشکارساز مربوط می‌شود.1. نرخ شمارش تاریک (Dark Count Rate) (DCR)

این کمیت برای بررسی بهره وری نویز سیستم استفاده می‌شود که با توجه به دمای کاری دو سهم برانگیختگی گرمایی و برانگیختگی تونل زنی دارد که باید به کمینه مقدار خود برسد.1. نویز پس رانشی (After Pulse) (AP)

این فرآیند به علت باقی ماندن تعدادی الکترون و حفره در فضای نیمه‌هادی، پس انجام فرايند آبشاری به صورت غیر برنامه ریزی شده، رخ می‌دهد. این پدیده به کیفیت ساخت لایه‌ها و دمای کاری سیستم مرتبط است.1. زمان جابجا شده(Timing Jitter)

معیاری برای عدم قطعیت در زمان برخورد فوتون و نمایانی سیگنال الکتریکی خروجی مربوط به آن است که دو منشا ذاتی و الکترونیکی دارد.**بخش های کلی یک سامانه آشکارساز تک فوتونی SPAD** یک سامانه آشکارسازی تک فوتونی SPAD از چهار بخش اساسی آشکارسازی، مدار‌های الکتریکی کنترلی، پردازش سیگنال الکتریکی و کالیبراسیون و عیب یابی تشکیل می‌شود. برای ساخت یک سامانه SPAD در هر کدام از این بخش‌ها مسائل مشخصی وجود دارد که باید حل شود. از طرف دیگر اهمیت در یکپارچگی سامانه باعث می‌شود که نقص در هر یک از بخش ها از ایجاد یک آشکارساز تک فوتونی جلوگیری کند.  |
| **اهداف پروژه:** رسیدن به یک محصول نیمه صنعتی در حوزه گیرنده نوری تک فوتون که بتواند در حوزه توزیع کلید کوانتومی و دیگر حوزه های کاربردی که بیان شد مورد استفاده قرار بگیرد. |
| **مرحله‌ی بعدی پروژه:** به علت نیاز به برخی کاربردهای حساس نظامی و مطالعات تحقیقاتی نیاز است که بخش مختلف مربوط به سامانه آشکارسازی تک فوتونی در داخل کشور تکمیل و به طور کامل بومی سازی شود. توسعه این فناوری به طور کلی در سه گام مشخص قابل انجام است. همانطور که در در بخش نخست ذکر شده بود، این فناوری در دو حوزه‌ی SPAD ها وSNSPD ها در حوزه طول موج‌های مخابراتی در دنیا توسعه داده شده و در برخی موضوعات در حال تحقیق و توسعه می‌باشد. در ادامه سه مسیر کلی برای تکمیل این سامانه، توضیح داده می‌شود.* گام نخست :

در مدل آشکارسازهای SPAD، قابلیت ارتقای بازده می تواند مورد توجه قرار گیرد. برای این کار، نیاز است که تا حد ممکن ناخالصی‌ها و نقص موجود در ساختار APD ها اصلاح شود که برای رسیدن به حالت مطلوب باید لایه و زیر لایه مختص فرآیند آشکارسازی تک فوتونی برای فوتودیودهای آبشاری در مد گایگر، طراحی، شبیه سازی و ساخته شود. در این گام فرآیند طراحی و شبیه سازی مورد نیاز انجام می‌شود. در مرحله‌ی ساخت با توجه به نبود و یا ناقص بودن زیر ساخت‌های کشور در حورزه رشد بلور در صورت فراهم شدن زیرساخت‌های موردنیاز APD طراحی شده در داخل کشور ساخته می‌شود و در صورت عدم موفقیت از طریق شرکت‌های خارجی فرآیند ساخت انجام خواهد شد.* گام دوم :

ساخت سیستم‌های تصویربرداری آرایه‌ای به کمک مجموعه‌ی آشکارسازهای تک فوتون SPAD است که به عنوان یک فناوری پیشرو در امر تصویربرداری مورد استفاده قرار میگیرد. این سیستم در تصویر برداری های گوناگونی از جمله لیدارها مورد استفاده قرار میگیرد.* گام سوم :

گام سوم توسعه مربوط به سامانه‌های آشکارساز تک فوتونی SNSPD هستند که بازدهی های بالای ۸۰ درصد را فراهم می‌آورند و دارای کاربردهای خاص تحت شرایط معینی هستند. در این مرحله دو چالش اصلی باید حل شود. مساله اول سردسازی cryogenic تا دمای چند کلوین و پایداری دما می‌باشد و مساله‌ی دوم مربوط به ساختار نانوسیم‌های ابررسانا می‌شود. |
| **خروجی‌های مورد انتظار**: از آنجایی که تا به حال در کشور چندین کشور در این راستا تلاش کرده اند، بهترین پیشنهاد در اولویت قرار دارد.  |