گزارش

طرح "طراحی و ساخت سامانه اندازه گیری پخش نور قطعات اپتیکی"

کد طرح (۲۰-۲۳۴۵)

کارفرما : جهاددانشگاهی – معاونت پژوهشی

مجری : گروه پژوهشی فوتونیک (موافقت کلی)

مسئول طرح : عاطفه عجمی

دی ماه ۱۳۹۵

Archive of SID

www.SID.ir

شناسنامه گزارش فنی طرح

عنوان طرح : طراحی و ساخت سامانه اندازه گیری پخش نور قطعات اپتیکی

کد طرح : (۲۰-۲۳۴۵)

کارفرما : دفتر مرکزی جهاددانشگاهی

کد سند: OP 95 Light Diffusion- REP951018 r11

تاریخ شروع :۱۳۹۴/۱۲/۱۸

تاریخ تهیه گزارش پایانی: دی ماه۱۳۹۵

شمارهٔ ویرایش: یک

سطح دسترسی به سند: نا محدود

مجری : جهاددانشگاهی صنعتی شریف- مرکز خدمات تخصصی اپتیک

مسئول طرح : عاطفه عجمی

همکاران : محسن بنجخی ، محمد محرمی ، غلامرضا امیری، مهرداد مردی

کنترل کننده: عاطفه عجمی

تعداد برگ‌ها : ۶۳ برگ

آدرس: تهران، خیابان آزادی، خیابان شهید ولی‌الله صادقی، روبروی درب شمالی دانشگاه صنعتی شریف، پلاک ۷۱، مجتمع جهاد دانشگاهی صنعتی شریف، مرکزخدمات تخصصی اپتیک

تلفن مستقیم: ۶۶۰۳۱۹۱۲

تلفنخانه: ۶۶۰۲۴۵۴۴

پست الکترونیک :optic@jdsharif.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

طراحی و ساخت سامانه اندازه گیری پخش نور قطعات اپتیکی

نام ونام خانوادگی	مسئولیت در طرح	تخصص	رتبه علمی	جمع کل نفر ساعت همکاری در طرح
عاطفه عجمی	مسئول	کارشناسی ارشد مهندسی صنایع- کارشناسی فیزیک	مربی پژوهش	۱۸۰
محسن بنجخی	همکار	دانشجوی دکترا فیزیک	کارشناس	۷۶
مهرداد مردی	همکار	دانشجوی کارشناسی ارشد الکترونیک	کارشناس	۱۸۰
غلامرضا امیری	همکار	دیپلم ماشین افزار	تکنسین	۵۹
محمد محرمی خواجه بلاغ	همکار	کاردانی ماشین افزار	تکنسین	۸۴

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

چکیده

هدف از اجرای این طرح، طراحی و ساخت سامانه ای است که پخش نور قطعات اپتیکی را اندازه گیری می نماید. با توجه به اینکه اندازه گیری پارامترهایی مانند میزان عبور ، انعکاس، جذب، پراکندگی، پخش و ..... قطعات اپتیکی از کمیاتی هستند که نقش عمده ای در انتخاب و استفاده از آن در سیستم های اپتیکی دارد لذا باید بتوان این کمیات را بصورت دقیق اندازه گیری نمود.

این طرح مطابق طرحنامه مصوب شورای بررسی نهایی طرح‌ها در تاریخ ۹۴/۱۲/۱۸ در چارچوب برنامه گروه پژوهشی فوتونیک (موافقت کلی) به اجرا در آمده است.

در این طرح ابتدا ضمن آشنایی با تعاریف مرتبط با این سامانه، مطالعات اولیه از نظر شناخت و نحوه اندازه گیری انجام شده است . مرحله دوم این طرح، طراحی و انتخاب قطعات می باشد. در مرحله سوم ساخت قطعات اپتیکی، مکانیکی و تدارکات لازم انجام و سپس نرم افزار لازم برای اندازه گیری و نمایش این کمیت نوشته شده است . پس از انجام تست های لازم دقت اندازه گیری و شرایط موثر بر آن مورد بازبینی و یک نمونه از این طرح ساخته شده است .

در ساخت این سامانه از استاندارد BS EN 167:2002 استفاده شده است .

کلید واژگان : پخش نور , اندازه گیری , دیفیوزر، پراکندگی

Archive of SID

www.SID.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱. فصل اول : مبانی نظری	۲
۱,۱. تعاریف	۲
۱,۲. تئوری مبنای طرح	۴
۱,۳. روش های اندازه گیری پخش نور	۶
۱,۳,۱. روش پایه	۶
۱,۳,۲. روش ساده شده	۸
۱,۳,۳. اندازه گیری پراکندگی با زاویه وسیع	۱۰
۱,۳,۴. اندازه گیری پراکندگی به روش بازتابی	۱۳
۲. فصل دوم : مبانی تجربی	۱۷
۲,۱. مقدمه	۱۷
۲,۲. چیدمان آزمایشگاهی سامانه	۱۷
۲,۳. طراحی مکانیکی سامانه و جانمایی	۲۶
۲,۴. مونتاژ نهایی	۳۰
۲,۵. بهینه سازی آشکارساز	۳۲
نتیجه گیری	۳۶
پیوست ۱: نقشه های قطعات	۳۸
پیوست ۲ : عکس هایی از بخش های مختلف دستگاه ساخته شده	۴۹
منابع و مآخذ	۵۵

Archive of SID

www.SID.ir

فهرست اشکال و جداول

عنوان	صفحه
شکل(۱-۱)- جذب و نشر فوتون در لایه های الکترونی	۲
شکل (۲-۱)- پخش نور	۳
شکل (۳-۱)- پخش نور در حالت عبور و بازتاب از سطح	۳
شکل (۴-۱)- پخش نور از نمونه	۵
شکل (۵-۱)- چیدمان دستگاه برای آزمون پخش به روش پایه	۶
شکل (۶-۱)- چیدمان دستگاه برای آزمون پخش نور به روش ساده شده	۱۰
شکل (۷-۱)- دستگاه اندازه گیری پراکندگی زاویه وسیع	۱۲
شکل (۸-۱)- شماتیک اندازه گیری پراکندگی به روش بازتابی	۱۳
شکل (۱-۲)- طرح شماتیک روش تست پخش نور ساخته شده	۱۷
شکل (۲-۲)- چیدمان اپتیکی آزمایش پخش نور برروی ریل اپتیکی	۱۸
شکل (۳-۲)- طیف خروجی لیزر	۲۰
شکل (۴-۲)- تصویر لکه لیزر و ابعاد آن با استفاده از بیم پرو فایلر	۲۱
شکل (۵-۲)- اطلاعات عدسی ها در نرم افزار زیمکس	۲۱
شکل (۶-۲)- شمایی از پرتو گستر در نرم افزار	۲۲
شکل (۷-۲)- دیاگرام نقطه ای لکه لیزردر فاصله ۱۵ میلی متر از پرتو گستر	۲۲
شکل (۸-۲)- دیاگرام نقطه ای لکه در فاصله ۱۵۰۰ میلی متری از پرتو گستر	۲۳
شکل (۹-۲)- پاورمتر شرکت Thorlabs	۲۴
شکل (۱۰-۲)- نمودار پاسخ طیفی آشکارساز مورد استفاده	۲۵
شکل (۱۱-۲)- .رق کف باکس	۲۷
شکل (۱۲-۲)- بدنه کناری باکس	۲۷

Archive of SID

www.SID.ir

شکل (۱۳-۲)- درهای باکس ۲۷
شکل (۱۴-۲)- بدنه پرتو گستر ۲۸
شکل (۱۵-۲)- مقر نگهدارنده نمونه ۲۹
شکل (۱۶-۲)- دیافراگم های حلقوی و دایروی ۳۰
شکل (۱۷-۲)- عکس هایی از دستگاه ساخته شده ۳۱
شکل (۱۸-۲)- حسگر مورد استفاده در سامانه ۳۲
شکل (۱۹-۲)- شماتیک مبدل ۳۴
شکل (۲۰-۲)- پردازشگر ۳۵
شکل (۲۱-۲)- نمایشگر ۳۵
شکل (۲۲-۲)- برد الکترونیکی آشکارساز ۳۶
جدول (۱-۲)- مشخصات تکنیکی آشکارساز سیلیکونی ۲۵
جدول (۲-۲)- پارامترهای کلیدی حسگر ۳۳

Archive of SID

www.SID.ir

فصل اول :

مبانی نظری

Archive of SID

www.SID.ir

۱. فصل اول : مبانی نظری

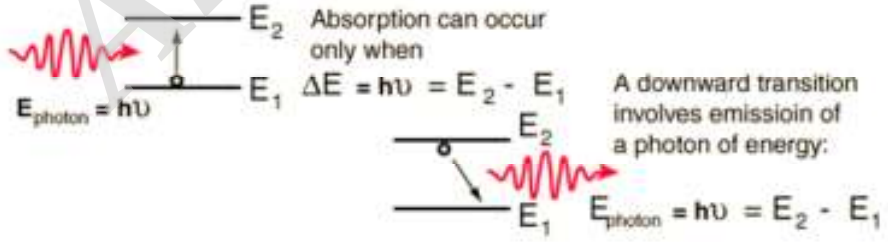
۱,۱. تعاریف

۱,۱,۱. طیف سنجی (Spectroscopy) : طیف سنجی حوزه های جذب، نشر و پخش امواج الکترومغناطیس در برخورد با ماده را در بر می گیرد. طیف سنجی جذب اتمی به مطالعه جذب نور توسط اتم ها در طول موج ویژه هر عنصر می پردازد و امکان بدست آوردن اطلاعات کیفی و به ویژه کمی نمونه را فراهم می آورد..

طیف‌سنجی،جذب (Absorption) و نشر (Emission) و پخش (Scattering) امواج الکترومغناطیس طی برهمکنش با ماده را در بر می گیرد که جهت مطالعات کیفی یا کمی ماده و یا فرایند های فیزیکی کاربرد دارد. ماده می تواند اتم، مولکول، یون های مولکولی یا اتمی جامد و یا مایع باشد. برهمکنش تشعشع با ماده سبب تغییر تابش و یا انتقال ماده بین سطوح مختلف انرژی می گردد.

۱,۱,۲. جذب: انتقال از سطح انرژی پایین به سطح انرژی بالاتر با انتقال انرژی از پرتو تابش به یک جاذب است.

۱,۱,۳. نشر: انتقال از سطح بالاتر انرژی به پایین تر با انتقال انرژی از یک نشر کننده تابش است. اگر در انتقال از سطح بالا به پایین هیچ تشعشعی نشر نیابد فرایند خاموشی غیر تابشی نامیده می شود.

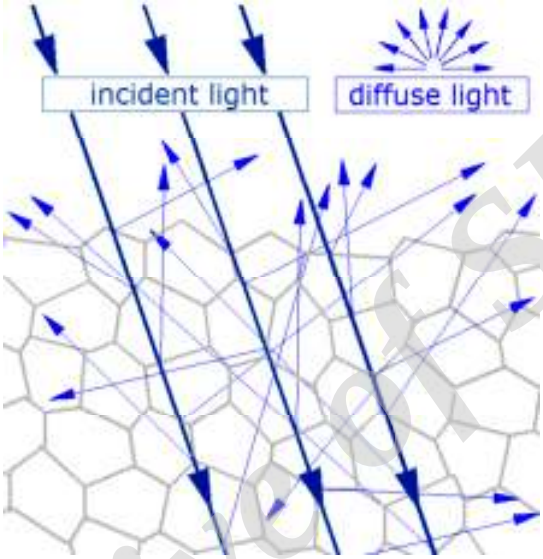


شکل(۱-۱) - جذب و نشر فوتون در لایه های الکترونی

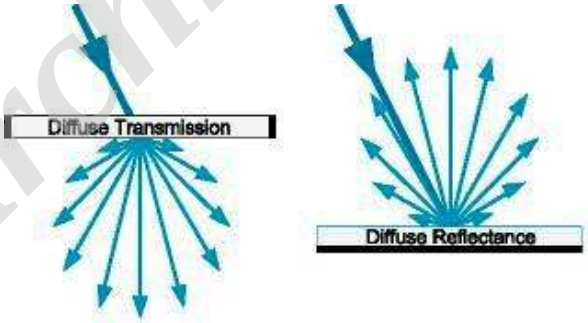
Archive of SID

www.SID.ir

۱،۱،۴. پخش: پخش نور *(*diffusion*)* : پخش شدن نور هنگام برخورد به یک سطح یا هنگام عبور از یک جسم را گویند پخش تغییر جهت نور تابشی می‌باشد که ناشی از بر همکنش با ماده است. پخش ممکن است همراه با انتقال انرژی (Inelastic) یا بدون انتقال انرژی(Elastic) باشد. به این معنا که در تشعشع پخش شده طول موج نور تابش یافته ممکن است تغییر یافته یا ثابت بماند



شکل(۲-۱)- پخش نور



شکل (۳-۱)- پخش نور در حالت عبور و بازتاب از سطح

Archive of SID
www.SID.ir

۱,۱,۵. انعکاس آینه ای : تعداد کمی از اجسام طبیعی از انعکاس آینه ای تبعیت می کنند . این انعکاس از قانون هندسی انعکاس پیروی می کند . مهم است که رابطه بین انعکاس پخش شده ، تابیدگی و تابندگی تعیین شود.

۱,۱,۶. شار نوری منبع: شار نوری *(*luminous flux*)* یا توان نوری منبع عبارت است از میزان نور ساطع شده از منبع که با نماد Φ نشان داده می شود و با واحد لومن *(*lm*)* بیان می گردد.

۱,۱,۷. شدت روشنایی *(*illuminance*)* : در مباحث تامین روشنایی، شدت روشنایی *(E)* عبارتست از میزان شار نورایی دریافت شده توسط یک سطح معین. واحد شدت روشنایی درسیستم *SI*، لوکس *(*LX*)* بیان شده است. واحد بین المللی شدت روشنایی، لوکس است. هر لوکس، شدت روشنایی است که از یک شمع استاندارد در فاصله یک متری توسط سطح یک متر مربعی دریافت می شود (یا بر آن سطح تابیده می شود). به بیان دیگر هر لوکس عبارت است از دریافت یک لومن شار نوری در هر متر مربع lm/m^2 از سطح مورد نظر.

۱,۱,۸. درخشندگی *(*luminance*)* : درخشندگی یا چگالی سطح نور با نماد L و واحد cd/m^2 معرفی می شود. درخشندگی مقدار روشنایی است که از واحد سطح یک منبع روشنایی ساطع می گردد. به عبارت دیگر این کمیت بیان کننده چگالی سطحی نور در منبع تولید یا روی سطوح بازتابشی است.

۱,۲. تئوری مبنای طرح

درجه پخش نور ایجاد شده توسط یک قطعه اپتیکی ، متناسب با شدت روشنایی، E، می باشد. درخشندگی ، L_S، اندازه پخش نور بوسیله قطعه اپتیکی می باشد و مقدار آن متناسب با شدت روشنایی ، E ، قطعه اپتیکی است. ضریب تناسب $l = L_S / E$ است که برحسب شمع بر لوکس بر متر مربع $\left[cd.m^{-2}.lx^{-1}\right]$ بیان می شود. برای تعیین ضریب l^* که به شفافیت قطعه اپتیکی بستگی ندارد ، عامل درخشندگی بر τ (ضریب عبور) تقسیم می شود. بنابراین خواهیم داشت :

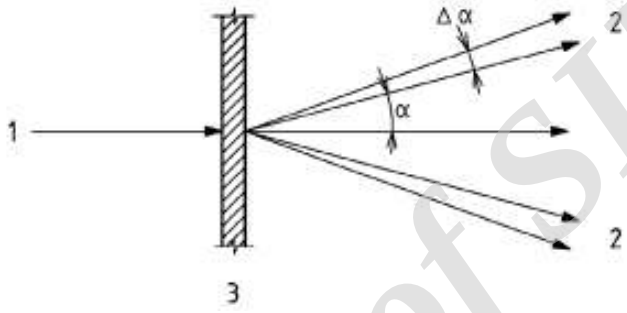
Archive of SID

www.SID.ir

$$l^* = \frac{L_S}{\tau E}$$

این کمیت ضریب کاهش درخشندگی نامیده شده و دارای همان واحد ضریب درخشندگی است .

بیشتر عدسی ها دارای خواص پخشی هستند که حول محور اپتیکی متقارن است . برای این عدسی ها مقدار متوسط ضریب کاهش درخشندگی ، تحت زاویه ای که به دو مخروط محدود می شود و در شکل (۴-۱) نشان داده شده ، اندازه گیری می شود . این مقدار متوسط به مقادیر α و $\Delta\alpha$وابسته است .



شکل (۴-۱)- پخش نور از نمونه ۱- نور فرودی روی محور اپتیکی ۲- نور پخش شده ۳- نمونه

ضریب درخشندگی همچنین شامل نور فلورسانس ایجاد شده بوسیله هر تابش فرا بنفش نیز می باشد.

بنابراین توزیع طیفی منبع استفاده شده در خلال انداره گیری باید مشابه منبع نوری باشد که قطعه اپتیکی در عمل در معرض آن قراردارد.

اگر قطعه اپتیکی ، نور را به طور محسوسی پخش کند کنتراست ممکن است کاهش داده شود و کارایی بینایی به طور چشمگیری تحت تاثیر نامطلوب قرار گیرد . در نتیجه ، توصیه می شود که مشخصه های پخش تعیین شود.

Archive of SID

www.SID.ir

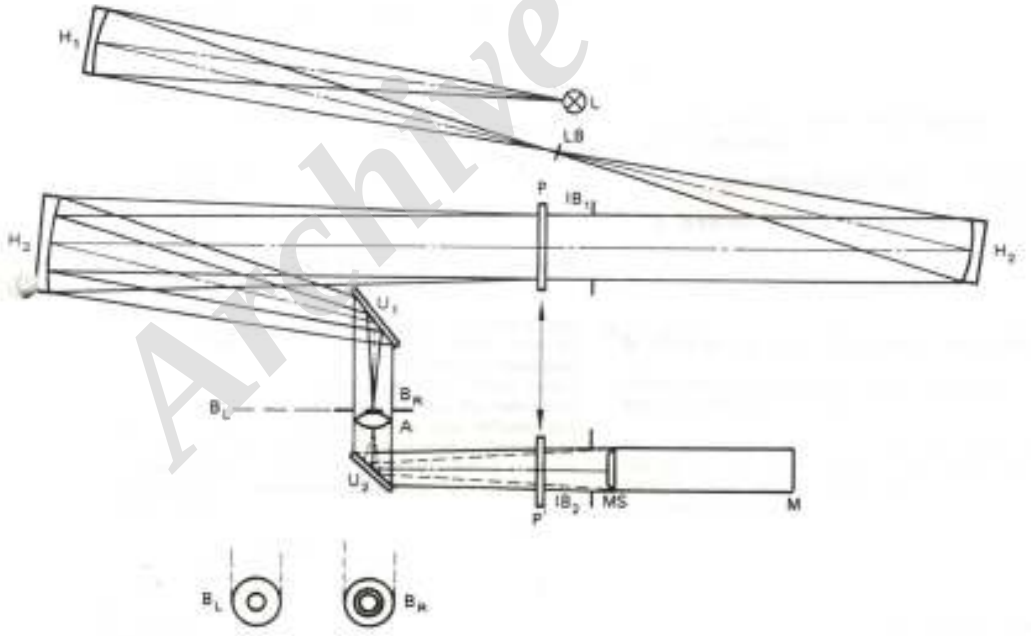
۱,۳. روش های اندازه گیری پخش نور

سه روش اندازه گیری پخش نور در زیر توضیح داده شده است . روش های جایگزین دیگری نیز وجود دارد مانند استفاده از Hazemeter یا بازرسی چشمی. دو روش اول (روش پایه و روش ساده شده)، از اصل اندازه گیری یکسانی استفاده می کنند. از روش پایه برای عدسی های بدون اثر اصلاحی و برای عدسی های دارای اثر اصلاحی از روش ساده شده استفاده می شود. عدم قطعیت اندازه گیری نسبی برای ضریب کاهش درخشندگی در هر دو روش نباید از ۲۵٪ بزرگتر باشد.

اندازه گیری های پخش نور باید در مرکز بینایی عدسی انجام شود . اگر مرکز بینایی عدسی مشخص نباشد، باید از مرکز چارچوب استفاده شود.

۱,۳,۱.روش پایه

چیدمان دستگاه در شکل (۵-۱) نشان داده شده است . در این روش از چند آینه برای اندازه گیری استفاده شده است .



شکل(۵-۱)- چیدمان دستگاه برای آزمون پخش به روش پایه

Archive of SID

www.SID.ir

در این دستگاه :

L : لامپ زنون فشار بالابا شیشه سیلیکای بسیار خالص
(برای مثال XBO 150 W-4 یا CS X 150W-4)
H_1 : آینه کروی مقعر با فاصله کانونی ۱۵۰ میلی متر و قطر ۴۰ میلی متر
H_2 : آینه کروی مقعر با فاصله کانونی ۳۰۰ میلی متر و قطر ۴۰ میلی متر
H_3 : آینه کروی مقعر با فاصله کانونی ۳۰۰ میلی متر و قطر ۷۰ میلی متر
A : عدسی آکرومات با فاصله کانونی ۲۰۰ میلی متر و قطر ۳۰ میلی متر
U_1 و U_2 : آینه های تخت
B_R : دیافراگم حلقوی با قطر دایره بیرونی ۲۱/۰۰ میلی متر و قطر دایره داخلی ۱۵/۷۵ میلی متر
B_L : دیافراگم دایروی با قطر دهانه ۷/۵ میلی متر
M : فوتو مولتی پلایر اصلاح شده مطابق با منحنی $V(\lambda)$ با پرده پخش MS
IB_1 : دیافراگم مردمکی برای تنظیم قطر میدان دید
IB_2 : دیافراگم مردمکی برای حذف اثرات لبه از IB_1
LB : دیافراگم دایروی با قطر دهانه ۰/۴ میلی متر
P و P' : مکانهای نمونه آزمون
MS : صفحه پخش

می باشد .

در این روش آینه کروی H_1 تصویری از منبع نور L را در دیافراگم LB با همان ابعاد L تشکیل می دهد. آینه مقعر H_3 تصویری از دیافراگم LB در صفحه دیافراگم های B_L و B_R تشکیل می دهد . عدسی آکرومات A بلافاصله پشت دیافراگم قرار می گیرد تا تصویر کوچک شده ای از نمونه آزمون در محل P برروی پرده پخش MS ظاهر شود. تصویر دیافراگم IB_1 بطور همزمان برروی IB_2 تشکیل می شود.

این مجموعه تمام نور عبور کرده شده از قطعه را بین زوایای $\alpha = 1.5^\circ$ و $\alpha + \Delta\alpha = 2^\circ$ نسبت به محور اپتیکی جمع می کند.در مورد فیلترهای جوشکاری ، جایی که یک نقطه در مجاورت مستقیم خال جوش باید مشاهده شود ، ناحیه زاویه ای مهم است. اما اگر از یک دیافراگم حلقوی با ابعاد بطور مناسب ، استفاده شود ، امکان انداره گیری نور پراکنده شده در نواحی زاویه ای دیگری نیز وجوددارد.

Archive of SID

www.SID.ir

۱،۳،۱،۱. روش آزمون

نمونه مورد آزمون در محل P تحت پرتوهای موازی قرار می گیرد . سپس دیافراگم B_L در محل خود قرار گرفته و شار ϕ_{1L} که روی فوتومولتی پلایر[1] می افتد ، برابر با نور پخش نشده عبوری بوسیله نمونه بوده و متناسب با $E\tau$ است. سپس دیافراگم B_L با دیافراگم حلقوی B_R جایگزین شده و شار ϕ_{1R} که روی فوتومولتی پلایر می افتد ، برابر با کل نور پخش شده ای است که از صافی و از دستگاه عبور کرده است.سپس نمونه آزمون در محل P' قرار داده شده و شار ϕ_{2R} که برروی فوتومولتی پلایر می افتد برابر با نور پخش شده ای است که تنها از دستگاه می آید.

اختلاف $\phi_{1R} - \phi_{2R}$ اندازه نورپخش شده بوسیله نمونه آزمون و متناسب با ωL_S است . ضریب تناسب در هر دو مورد یکسان می باشد. ضریب متوسط کاهش درخشندگی l_m^* برای زاویه فضایی ωاز شارهای عبارت قبلی با رابطه زیر محاسبه می شود :

$$l_m^* = \frac{1}{\omega} \times \frac{\phi_{1R} - \phi_{2R}}{\phi_{1L}}$$

در این رابطه

ϕ_{1R} و ϕ_{2R} شارهای درخشندگی با دیافراگم حلقوی هستند .

ϕ_{1L} شار درخشندگی با دیافراگم دایروی است .

ω زاویه فضایی تعریف شده بوسیله دیافراگم حلقوی است.

۱،۳،۲. روش ساده شده

چیدمان دستگاه در شکل (۶-۱) نشان داده شده است . اصل اندازه گیری در این روش همانند روش قبل بوده ولی منطقه اندازه گیری کوچکتر است (تقریبا ۲/۵ میلی متر) و چیدمان اندازه گیری ساده سازی شده است.

1-photomultiplier

Archive of SID

www.SID.ir

باریکه لیزر (L) با استفاده از دو عدسی L_1 و L_2 باز شده و به نقطه اندازه گیری نمونه (P) هدایت می شود. نمونه بطوری قرار گرفته است که بتواند حول محور باریکه نور دوران کند. انحراف باریکه تابعی از توان انکساری منشوری در نقطه اندازه گیری است . فاصله هر یک از دیافراگم های حلقوی یا دایروی انتخابی با مرکز نمونه (۲±۴۰۰) میلی متر است و عدسی تصویری از مرکز نمونه روی آشکارساز S تشکیل خواهد داد.

به منظور جبران توان انکساری منشوری نمونه ، عدسی و آشکارساز باید بچرخد

۱,۳,۲,۱. روش آزمون

در این روش دستگاه ، بدون اینکه نمونه در مکان مربوطه قرار گیرد ، تنظیم می شود. در صورت منشوری بودن نمونه ، مجموعه آشکارساز (شامل گیرنده نور S ، عدسی A و دیافراگم حلقوی B_R) به طور افقی حول P می چرخد تا باریکه نور حاصل از باز کننده باریکه (شامل عدسی L_1 با فاصله کانونی نوعی ۱۰ میلی متر ، عدسی L_2با فاصله کانونی نوعی ۳۰ میلی متر و دیافراگم دایروی B با سوراخ ریز به ابعاد مناسب به طوری که باریکه یکنواختی را ایجاد کند با مرکز دیافراگم حلقوی B_R هم راستا شود. در این حالت شار $\emptyset_{1R}$ فرودی بر آشکارساز S که مربوط به مجموع نور پخش شده است ، اندازه گیری می شود. در مرحله دوم دیافراگم B_Lجایگزین دیافراگم حلقوی B_R خواهد شد. با اندازه گیری شار $\emptyset_{1L}$ فرودی بر آشکارساز که مربوط به مجموع نور پخش نشده است ، ضریب کاهش درخشندگی ، برای زاویه فضایی ω با استفاده از فرمول زیر بدست می آید:

$$L_a^* = \frac{l}{\omega}.\frac{\emptyset_{1R}}{\emptyset_{1L}}$$

در این رابطه :

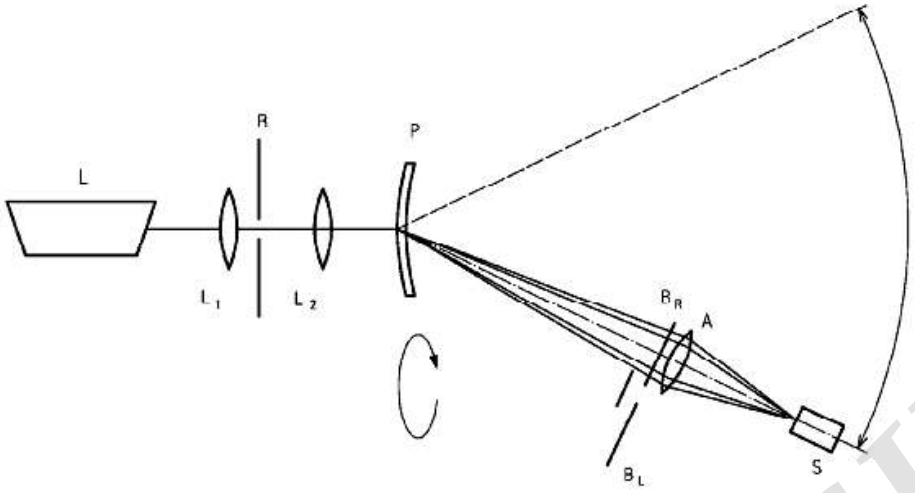
$\emptyset_{1R}$ شار نوری بدون وجود نمونه در مسیر باریکه نور و با وجود دیافراگم حلقوی B_R است .

$\emptyset_{1l}$ شار نوری بدون وجود نمونه در مسیر باریکه نور و با وجود دیافراگم دایروی B_l است .

Archive of SID

www.SID.ir

ω زاویه فضایی است که با دیافراگم حلقوی B_R تعیین می شود.



شکل (۶-۱)- چیدمان دستگاه برای آزمون پخش نور به روش ساده شده

۱،۳،۳. روش پراکندگی با زاویه وسیع

برای اندازه گیری مقدار انحراف یک دسته پرتو نور تابشی هنگام عبور از میان نمونه و پس از پراکندگی رو به جلو (یا پیش پراکندگی) از یک هیزمتر (یا دستگاه اندازه گیری پخش نور) استفاده می شود. .این نور پراکنده شده با مقدار پراکنده شده توسط دستگاه آزمون و با مقداری که توسط نمونه عبور داده شده، مقایسه می شود شکل (۷-۱).

۱،۳،۳،۱. روش آزمون

در این دستگاه از تجهیزات زیر استفاده می شود :

- منبع نور **تابان** مشابه CIE منبع نور استاندارد A (ISO 11664-2).
- هیزمتر[1] با یک کره جمع کننده شامل تله نوری به دام انداز نور، دیود نوری و بازتاب استاندارد

کره جمع کننده باید موارد زیر را دارا باشد:

۱- یک ناحیه دریچه کل که از ۰/۴٪ ناحیه بازتاب داخلی کل کره تجاوز نکند؛

[1] - Hazemeter

Archive of SID

www.SID.ir

۲- دریچه های ورودی و خروجی حداقل به اندازه 170° از هم جدا شده باشند؛
۳- دریچه خروجی در مرکز دریچه ورودی زاویه 8° را تشکیل دهد؛
۴- دیود نوری از دریچه ورودی زاویه $(90\pm10)^\circ$ را داشته باشد و ؛
۵- تمام سطوح داخلی (شامل بازتاب استاندارد برای دریچه خروجی) با یک ماده بازتاب دهنده بالا برای طول موج های بین ۳۸۰nm و ۷۸۰nm، پوشیده شده باشند.(رنگ گردن با باریم سولفات می تواند مناسب باشد)
۶- تله نوری، باید بازتاب کمتر از ۰/۰۱٪ را داشته باشد.
۷- دیود نوری باید در سراسر گستره شدت استفاده شده در مدت آزمون، اندازه گیری های متناسبی از شار تابشی در مدت ۱٪ از شار ورودی را فراهم کند.

این اجزاء باید به گونه ای مرتب شوند تا پرتو تابشی ، دارای محوری باشد که از مرکز دریچه های ورودی و خروجی عبور کند و هیچ پرتوی از دسته پرتو نور از جهت محور دسته پرتو بیشتر از 3° منحرف نشود.

در حالتی که که هیچ نمونه ای مانع پرتو نور نمی شود، پرتو یک سطح مقطع دایره ای شکل در دریچه خروجی تشکیل می دهد .

درصورتیکه قطر دریچه خروجی از قطر پرتو تابشی بیشتر باشد ، یک ناحیه حلقوی اطراف پرتو ی که در مقابل زاویه $(1/3\pm0/1)^\circ$ در دریچه ورودی قرار گرفته بوجود می آید

هنگامی نمونه دریچه ورودی را می پوشاند، زاویه ای بیشتر از 8° بین محور پرتو و عمود بر سطح نمونه ایجاد نمی شود و هنگامی که هیچ نمونه ای مانع پرتو نمی شود، پرتو کاملاً توسط تله نوری جذب می شود.اندازه نمونه می تواند با اندازه دریچه ورودی و انحنای سطح کره جمع کننده نور، تغییر کند نمونه باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا به طور کامل دریچه ورودی را بپوشاند اما باید به اندازه کافی هم کوچک باشد که مماس به دیواره کره جمع کننده نور شود.

۱- در این مرحله نور تابشی (τ_1) بدون آنکه نمونه در محل قرار گیرد، بدون تله نوری و با وجود بازتاب استاندارد ، اندازه گیری می شود .
۲- در مرحله دوم نور کلی عبوری توسط نمونه (τ_2) ، بدون تله نوری و با وجود بازتاب استاندارد ، اندازه گیری می شود.

Archive of SID

www.SID.ir

۳- مرحله سوم اندازه گیری نور پراکنده شده توسط دستگاه (τ_3) بدون نمونه ، با وجود تله نوری و بدون وجود بازتاب استاندارد ، خواهد بود .

۴- مرحله چهارم اندازه گیری نور پراکنده شده توسط دستگاه (τ_4) با نمونه ، با وجود تله نوری و بدون وجود بازتاب استاندارد ، می باشد.

۵- بند ۲ تکرار شده تا چهار عدد به دست آید، نمونه بین هر بار اندازه گیری 90° چرخانده می شود

۶- بند ۴ تکرار شده تا چهار عدد مانند مرحله قبل به دست آید .

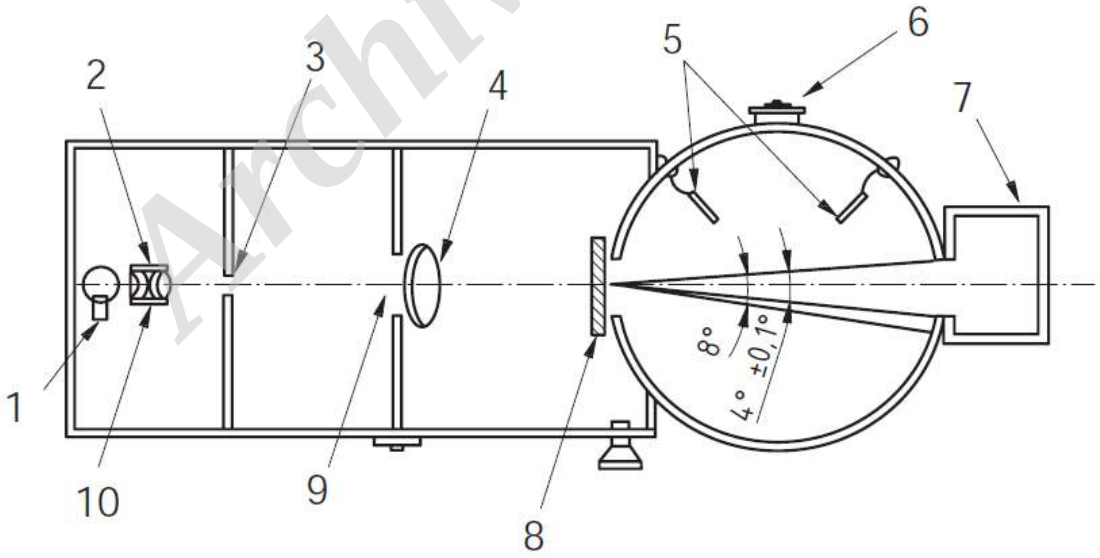
۷- پس از اندازه گیری ، محاسبات زیر انجام می شود :

- مقادیر میانگین τ_2 وτ_4 ($\bar{\tau}_2$ و$\bar{\tau}_4$)
- عبور کل از فرمول $\tau_t = \frac{\tau_2}{\tau_1}$
- محاسبه نور پراکنده از فرمول زیر

$$\tau_d = \left[\bar{\tau}_4 - \tau_3 . \frac{\bar{\tau}_2}{\tau_1}\right] \Big/ \tau_1$$

- پراکندگی زاویه گسترده، به صورت درصد بیان شده و از فرمول زیر بدست می آید :

$$\text{پراکندگی زاویه وسیع} = \frac{\tau_d}{\tau_t} \times 100$$



شکل (۷-۱)- دستگاه اندازه گیری پراکندگی زاویه وسیع

Archive of SID

www.SID.ir

در این شکل

۱ منبع نور

۲ سیستم اپتیکی کندانسور

۳ پنجره ورودی

۴ لنز

۵ موانع[1]

۶ آشکارساز

۷ تله نوری

۸ نمونه

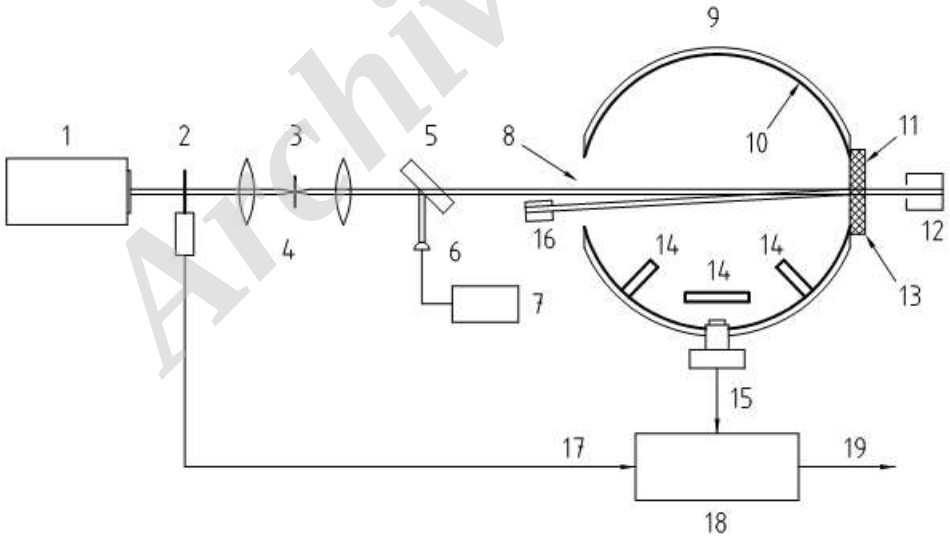
۹ روزنه

۱۰ فیلتر

۱,۳,۴. اندازه گیری پراکندگی به روش بازتابی

در این روش پراکندگی کل از سطوح دارای پوشش اپتیکی و بدون پوشش اندازه گیری می شود . این روش برای اندازه گیری سهم پراکندگی رو به جلو (یا پیش پراکندگی) و رو به عقب (یا پس پراکندگی)در پراکندگی کل از یک قطعه اپتیکی است.

در شکل (۸-۱) شماتیک دستگاه آورده شده است .



شکل (۸-۱)- شماتیک اندازه گیری پراکندگی به روش بازتابی

[1] - Baffels

Archive of SID

www.SID.ir

در این شکل :

۱- منبع تابش	۲- چاپر (برشگر)	۳- فیلتر	۴- تلسکوپ
۵- جدا کننده پرتو	۶- آشکارساز توان	۷- پاور متر	۸- دریچه ورودی
۹- کره Ulbricht	۱۰- پوشش	۱۱- دریچه خروجی	۱۲- مانع باریکه نور
۱۳- نمونه	۱۴- موانع تابش(baffles)	۱۵- آشکارساز، دیفیوزر	۱۶- مانع باریکه نور
۱۷- چاپر سیگنال	۱۸- تقویت کننده	۱۹- سیگنال آشکارساز	

اصل اندازه گیری بر جمع آوری و یکپارچه سازی تابش پراکنده شده می باشد. بر این اساس از یک کره توخالی دارای پوشش انعکاسی پخش کننده برروی سطح داخلی (کره Ulbricht) استفاده می شود. دریچه های باریکه نور لزوما به منظور عبور باریکه نور و باریکه بازتابی منظم از میان دیواره کره می باشد. نمونه در مقابل یکی از این دریچه ها قرار گرفته و بخشی از سطح داخلی کره خواهد شد. برای اندازه گیری پراکندگی رو به عقب ، نمونه در دریچه خروجی قرار خواهد گرفت برای پراکندگی رو به جلو ، نمونه در محل دریچه ورودی نصب می شود . تابش پراکنده شده بوسیله کره یکپارچه شده و با استفاده از آشکارساز مناسبی اندازه گیری می شود. این آشکارساز به دریچه دیگری در محل مناسبی اتصال پیدا نموده است . از یک دیفیوزر استاندارد به منظور کالیبراسیون سیگنال آشکارساز استفاده می شود.

۱,۳,۴,۱. روش آزمون :

در این روش برای سهولت اندازه گیری پراکندگی کل، دستگاه به چهار بخش وظیفه ای تقسیم شده است.

۱- منبع تابش و سیستم آماده ساز باریکه نور : در این سیستم لیزر ها به عنوان منابع تابشی به علت کیفیت بالای باریکه نور و دانسیته توان بالایی که برروی سطح نمونه قابل دسترس خواهد بود بر دیگر منابع ترجیح داده می شود. در کاربردهای خاصی که طول موج وابسته به پراکندگی می باشد منابع تابشی می تواند همراه با فیلترهای خاصی مورد استفاده قرار گیرد. انواع مختلفی از لامپ های تنگستن برای این مورد می تواند مناسب باشد. سیستم آماده ساز باریکه نور از یک فیلتر و چند دهانه تشکیل شده است . در صورت استفاده از منابع تابشی قراردادی ، قطعات دیگری به منظور شکل دهی و موازی سازی باریکه نور مورد نیاز است.

Archive of SID

www.SID.ir

۲- یکپارچه ساز : از یک کره به منظور جمع کردن و یکپارچه سازی تابش پراکنده شده بوسیله نمونه استفاده می شود. کره با دریچه های ورودی و خروجی مجهز شده است . سطح داخلی کره با یک ماده انعکاس دهنده پخشی پوشش داده شده است

۳- آشکارساز تابش پراکنده شده : برای آشکارسازی تابش پراکنده شده ، از یک آشکارساز که برای محدوده طول موج منبع تابش مناسب است استفاده شده است . سیستم آشکارساز باید حساسیت کافی برای منبع تابش را داشته باشد.

۴- نگهدارنده نمونه و ضمائم اختیاری : نگهدارنده نمونه باید قابلیت نصب غیر مخرب و قرار گیری دقیق نمونه نسبت به دریچه کره را داشته باشد . به منظور اسکن نمودن سطح نمونه ، نگهدارنده ممکن است با یک سیستم موقعیت یابی که حرکت جانبی مطلوب نمونه را فراهم می کند ، مجهز شود

برای اندازه گیری پراکندگی پس از هم راستا سازی باریکه نور و نمونه با استفاده از روابط زیر اندازه گیری انجام می شود .این روابط برای حالت بدون اسکن کردن می باشد.

$$S_{\text{for,rs}} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{V_{\text{s,for}}(r_i)}{V_{\text{c}}(r_i)}$$

$$S_{\text{bac,rs}} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{V_{\text{s,bac}}(r_i)}{V_{\text{c}}(r_i)}$$

در این روابط V_S سیگنال آشکارساز برای نمونه و V_C سیگنال آشکارساز در حالت بازتاب استاندارد می باشد

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

فصل دوم :

مبانی تجربی

www.SID.ir

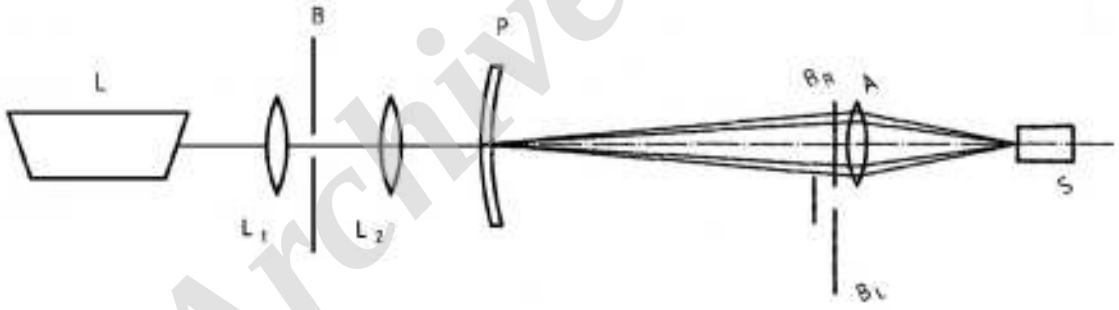
۲. فصل دوم : مباتی تجربی

۲,۱. مقدمه :

با توجه به اینکه هدف اصلی این طرح اندازه گیری پخش نور نمونه در حالت عبوری بوده است لذا طراحی و ساخت سامانه پخش نور بر اساس روش ساده شده انتخاب شده است. در طراحی و ساخت این سامانه از استاندارد BS EN 167:2002 استفاده شده است . با استفاده از اندازه گیری میزان پخش ، می توان کیفیت و یکنواختی سطوح را بررسی نمود . سیستم ساخته شده می تواند به منظور بررسی کیفیت انواع فیلترهای محافظ چشم مورد استفاده قرار گیرد.

۲,۲. چیدمان آزمایشگاهی سامانه :

اندازه گیری پخش نور باید در مرکز دید چشمی انجام بگیرد. اگر مرکز دید مشخص نباشد باید از مرکز هندسی آن برای اندازه گیری استفاده شود. قطر محل اندازه‌گیری حدود 2.5 میلیمتر است. برای انجام این آزمون از چیدمانی مطابق **Error! Reference source not found.** استفاده می شود



شکل (۱-۲) – طرح شماتیک روش تست پخش نور ساخته شده

این سیستم باید مطابق با استاندارد BS EN 167:2002 باشد و شامل یک لیزر با طول موج ۷۰± ۶۰۰ نانومتر، یک سیستم باریکه گستر، دیافراگم دایروی و حلقوی، عدسی، فیلتر و آشکارساز می باشد که اجزای آن در شکل نشان داده شده است. لیزر مورد استفاده باید از لیزر کلاس ۲ ، کمتر از یک میلی وات و با قطر پرتو بین 0.6 تا یک میلیمتر باشد. نور لیزر ابتدا توسط باریکه گستر پهن شده و به قطر حدود 2.5 mm

Archive of SID

www.SID.ir

می‌رسد. باریکه گستر شامل یک عدسی L_1 به فاصله کانونی ۱۰ میلیمتر و عدسی L_2 به فاصله کانونی ۳۰ میلیمتر و یک روزنه به قطر حدود ۱ میلیمتر برای تولید پرتو نوری یکنواخت می باشد. در صورت نیاز می توان از یک دیافراگم برای ایجاد قطر باریکه مورد نظر استفاده کرد. این باریکه به سطح نمونه برخورد کرده و از آن عبور می کند در ضمن مقداری از نور نیز پخش می‌شود. نور پخش نشده پس از عبور از دیافراگم دایروی به قطر داخلی ۱۰ میلیمتر، توسط عدسی روی آشکارساز جمع می گردد و مقدار آن خوانده می شود. قطر عدسی حدود ۳۰ میلیمتر و فاصله کانونی آن ۲۰۰ میلیمتر است. در مرحله بعد نیز با تعویض دیافراگم دایروی با حلقوی، نور پخش شده اندازه گیری می شود. (قطر خارجی دیافراگم حلقوی (28.0±0.1)mm و قطر داخلی آن (21.0±0.1)mm می باشد) که اختلاف این مقدار با حالت بدون نمونه، کمیت میزان پخش نور بدست می آید. فاصله بین دیافراگم تا مرکز نمونه باید (400±2)mm باشد.

چیدمان این سیستم که بر روی ریل اپتیکی سوار شده است در **Error! Reference source not found.** نشان داده شده است.

شکل (۲-۲)- چیدمان اپتیکی آزمایش پخش نور برروی ریل اپتیکی

Archive of SID

www.SID.ir

۲,۲,۱. کالیبراسیون دستگاه:

برای کالیبراسیون دستگاه باید ابتدا آزمون را در حالتی که نمونه در محل خود قرار ندارد انجام داد. ابتدا روزنه دایروی در مکان خود قرار داده می شود و شار نوری فرودی بر آشکارساز اندازه گیری می شود که متناسب با کل نور پخش شده است. سپس روزنه حلقوی جایگزین می‌شود و دوباره شار نوری فرودی بر آشکارساز اندازه‌گیری می‌گردد که متناسب با کل نور پخش نشده است. ضریب روشنی کاهش یافته دستگاه برای زاویه فضایی ω با استفاده از رابطه زیر بدست می آید

$$l_a^* = \frac{1}{\omega}\frac{\Phi_{1R}}{\Phi_{1L}}$$

که Φ_{1R} شار تابشی بدون نمونه برای پرتوهای موازی و در حالتی است که روزنه دایروی در مسیر باشد و Φ_{1L} شار تابشی بدون نمونه برای پرتوهای موازی و در حالتی است که روزنه حلقوی در مسیر باشد و ω زاویه فضایی تعریف شده با روزنه حلقوی است

۲,۲,۲. روش اندازه گیری:

برای اندازه گیری میزان پخش نمونه ابتدا آن را در مکان خودش قرار داده و سپس مشابه روش اندازه گیری برای کالیبراسیون دستگاه عمل می شود. سپس مقدار ضریب روشنی کاهش یافته بدست می‌آید.

$$l_g^* = \frac{1}{\omega}\frac{\Phi_{2R}}{\Phi_{2L}}$$

در این رابطه :

Φ_{2R} شار تابشی در حضور نمونه برای پرتوهای موازی و در حالتی است که روزنه دایروی در مسیر باشد

Φ_{2L} شار تابشی در حضور نمونه برای پرتوهای موازی و در حالتی است که روزنه حلقوی در مسیر باشد و ω زاویه فضایی تعریف شده با روزنه حلقوی است

سپس ضریب روشنی کاهش یافته نمونه با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$l^* = l_g^* - l_a^*$$

۲,۲,۲,۱. محاسبه زاویه فضایی:

Archive of SID

www.SID.ir

ω زاویه فضایی را می‌توان با توجه به مشخصات دیافراگم حلقوی و فاصلهٔ آن از نمونه بدست آورد. با توجه

به اینکه قطر خارجی دیافراگم حلقوی (28.0±0.1)mm و قطر داخلی آن (21.0±0.1)mm می باشد و فاصله دیافراگم تا مرکز نمونه (400±2)mm است می‌توان زاویه فضایی را از رابطه ۰ بدست آورد

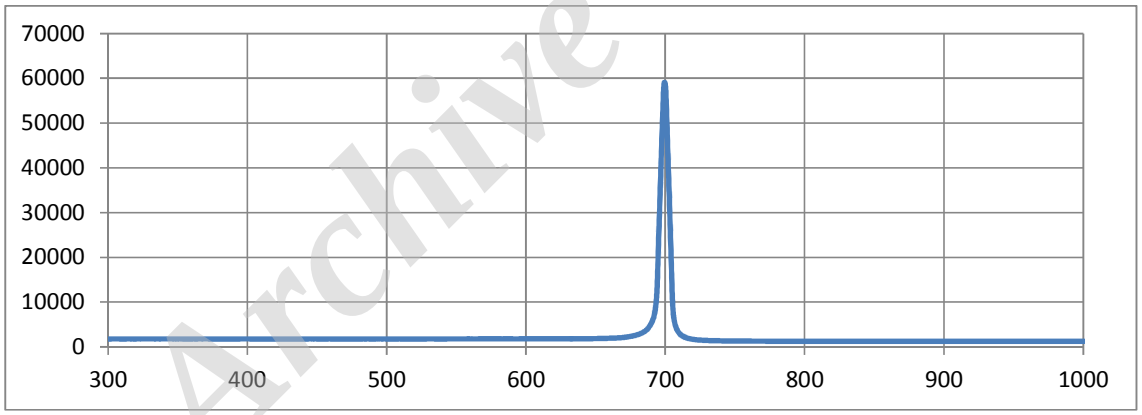
$$\omega = \frac{A}{R^2} = \frac{\pi\left(d_2^2 - d_1^2\right)}{R^2} = \frac{\pi\left((14^2) - 10.5^2\right)}{400^2} = 1.6837 * 10^{-3} Sr$$

بنابراین ضریب ω موجود در رابطه بدین صورت بدست می‌آید

$$\frac{1}{\omega} = \frac{1}{1.6837 * 10^{-3} Sr} = \frac{593.93}{Sr}$$

۲,۲,۳. مشخصات لیزر مورد استفاده

توان لیزر دیود مورد استفاده 1.02 میلی وات می باشد که این توان با استفاده از پاورمتر شرکت Thorlabs اندازه‌گیری گردید. همچنین خروجی لیزر دیود با استفاده از طیف سنج فیبر نوری شرکت Avantes اندازه‌گیری شد که نمودار مربوط به آن در ۰نشان داده شده است.

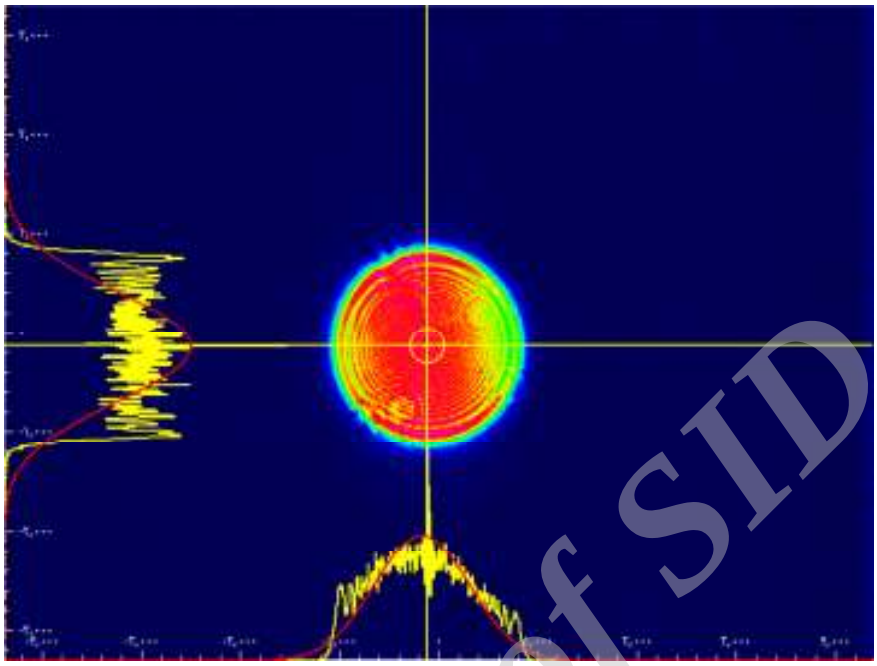


شکل (۳-۲)- طیف خروجی لیزر دیود

در ادامه با استفاده از بیم پروفایلر تصویری از لکه لیزر دیود گرفته شد. مطابق ۰لکه لیزر دایروی و به قطر ۲ میلیمتر است. با این شرایط نیز قطر لکه لیزر در محدوده مورد نظر استاندارد است. اما برای اینکه مقدار آن به 2.5 mm برسد از یک پرتوگستر استفاده شده است .

Archive of SID

www.SID.ir

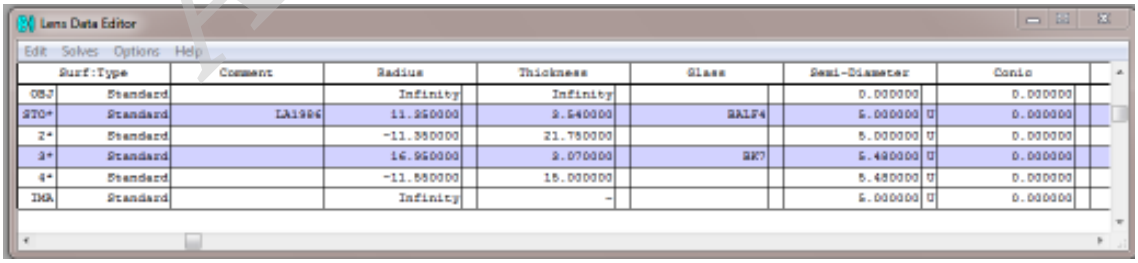


شکل (۴-۲)- تصویر لکه لیزر و ابعاد آن با استفاده از بیم پروفایلر

۲،۲،۴. استفاده از پرتو گستر[1] برای افزایش قطر لکه لیزر

با توجه به اینکه قطر نهایی لیزر در هنگام برخورد به نمونه بهتر است حدود 2.5 میلیمتر باشد (از 1.8mm تا 3.0mm) لذا با توجه به قطر لیزر پیشنهادی، مشخصات یک نمونه پرتوگسترمحاسبه شده است.

برای این منظور از دو عدسی استفاده گردید تا قطر پرتو به مقدار مورد نظر در استاندارد برسد. شبیه سازی در نرم افزار زیمکس انجام شد. مشخصات عدسیها در ۰در آورده شده است.


Lens Data Editor

Edit Solves Options Help

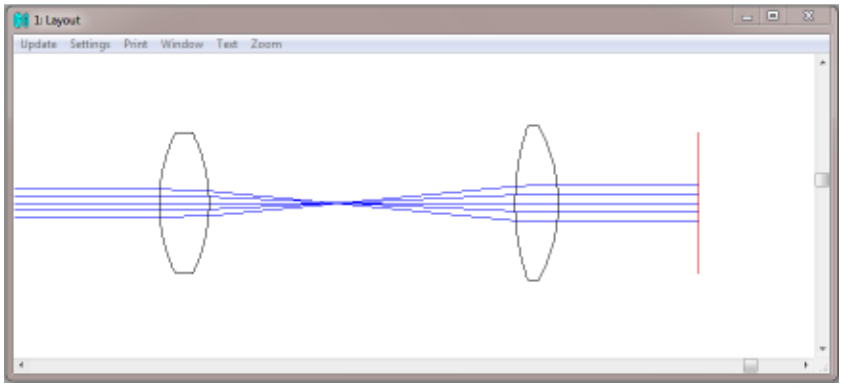
	Surf:Type	Comment	Radius	Thickness	Glass	Semi-Diameter	Conic
OBJ	Standard		Infinity	Infinity		0.000000	0.000000
STO*	Standard	LA1986	11.250000	2.540000	BALF4	5.000000 U	0.000000
2*	Standard		-11.350000	21.750000		5.000000 U	0.000000
3*	Standard		16.950000	2.070000	BK7	5.480000 U	0.000000
4*	Standard		-11.550000	15.000000		5.480000 U	0.000000
IMA	Standard		Infinity	-		5.000000 U	0.000000

شکل (۵-۲)- اطلاعات عدسی ها در نرم افزار زیمکس

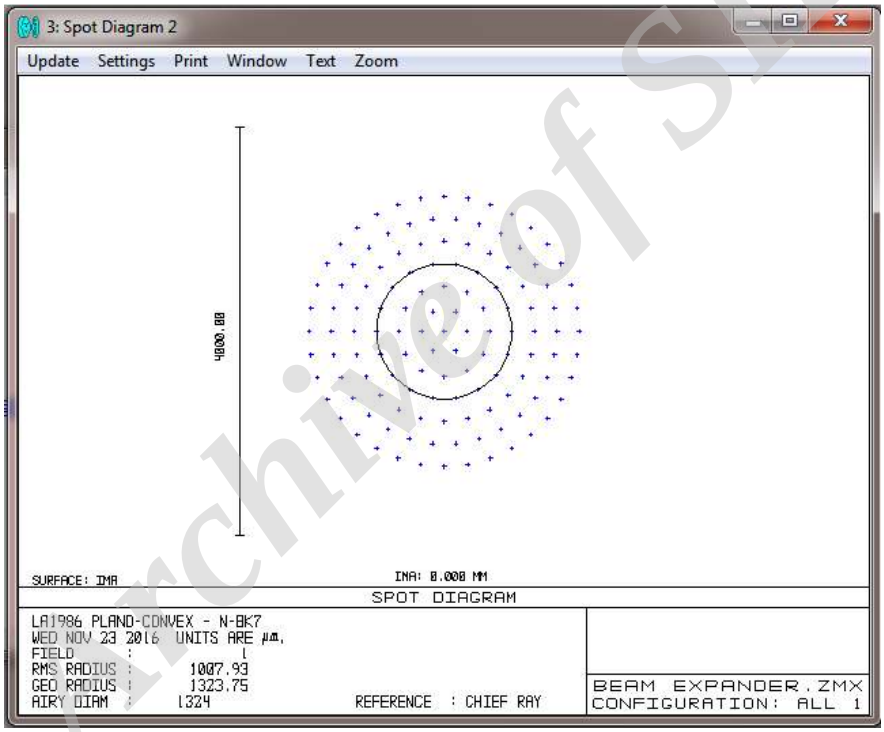
[1] Beam Expander

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۶-۲)- شمایی از پرتوگستر در نرم افزار

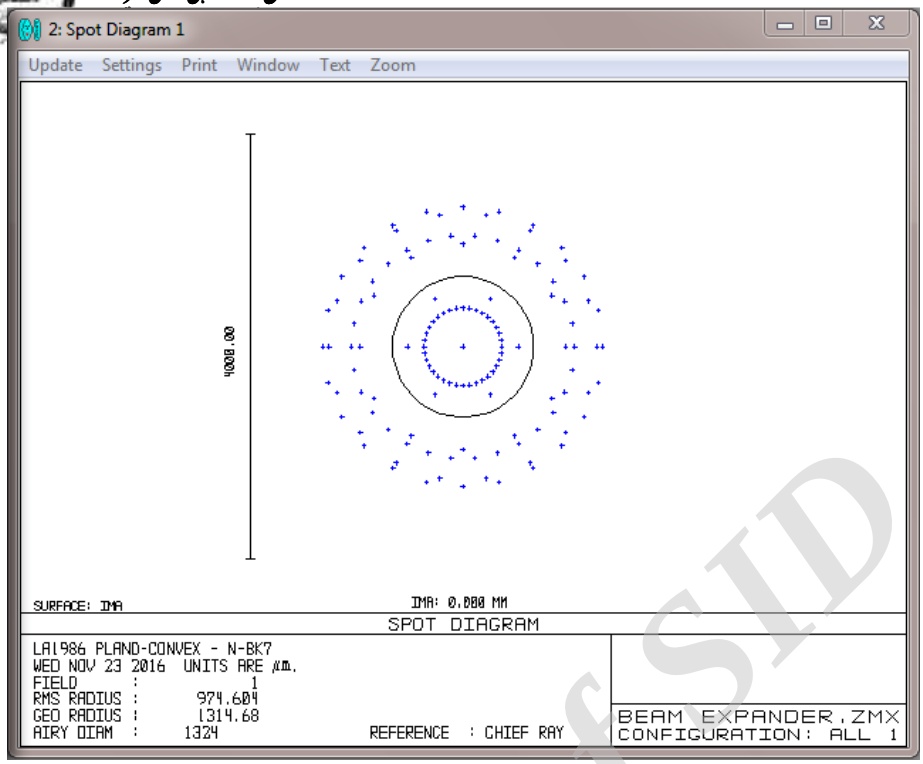


شکل (۷-۲)- دیاگرام نقطه ای لکه لیزر در فاصله ۱۵ میلیمتری از پرتوگستر

پرتوگستر به صورت شماتیک در ۰نشان داده شده است. قطر پرتو لیزر پس از عبور از آن به مقدار 2646 میکرومتر می رسد. دیاگرام نقطه ای لکه لیزر در فاصله نزدیک و دور در ۰و ۰آورده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۸-۲)- دیاگرام نقطه ای لکه در فاصله ۱۵۰۰ میلی متری از پرتوگستر

به این ترتیب پرتوگستر با دو عدسی ذکر شده ساخته شد و در عمل فاصله بین دو عدسی در مکانیک متغیر ساخته شد تا واگرایی لیزر دیود و خطای ساخت قطعات با تغییر فاصله تصحیح شود.

۲,۲,۵. عدسی جمع کننده نور

قسمتی از نور لیزر پس از برخورد به نمونه پخش می شود. این نور پخش شده از روزنه حلقوی که قطر بزرگ آن ۲۸ میلیمتر است عبور می کند. برای اندازه گیری شار تابشی پخش شده باید این نورهای پخش شده را بر روی آشکارساز تابانید. در حالی که ابعاد مقطع حساس آشکارساز 10*10mm است . بنابراین باید از یک عدسی استفاده شود که تمام این لکه نوری را روی آشکارساز منتقل کند. برای این کار از یک عدسی با قطر حدود ۳۰ میلیمتر و فاصله کانونی ۲۰۰ میلیمتر استفاده شده است.

۲,۲,۶. مشخصات آشکارساز

Archive of SID
www.SID.ir

با استفاده از آشکارساز باید بتوان شار تابشی فرودی در دو حالت با روزنه دایروی و حلقوی را اندازه‌گیری کرد. اما از آنجایی که نسبت این شار تابشی در دو حالت مد نظر است و لیزر دیود مورد استفاده در این سیستم پهنای طول موجی کمی دارد می توان با استفاده از یک پاورمتر توان نوری رسیده به آشکار ساز را اندازه‌گیری کرد و آن را مبنای اندازه‌گیری پخش نور قرار داد.

برای اینکار از پاورمتر شرکت Thorlabs استفاده شد(۰) که می‌تواند از پنجاه نانو وات تا پنجاه میلی وات را اندازه‌گیری کند. این محدوده می تواند محدوده کاری ما را پوشش دهد. مشخصات این آشکارساز در ۰آورده شده است.

شکل (۹-۲)- پاورمتر شرکت Thorlabs

Archive of SID

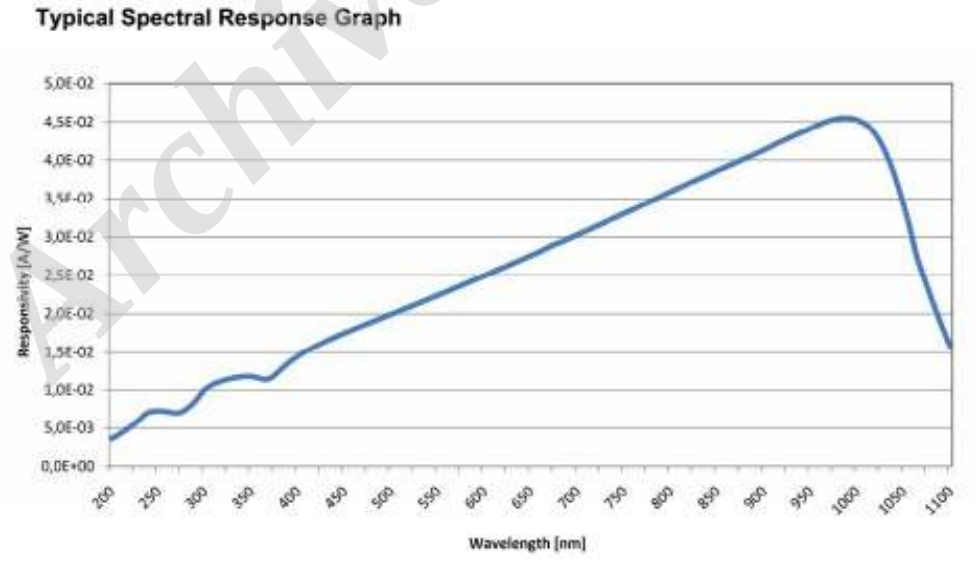
www.SID.ir

جدول (۱-۲)- مشخصات تکنیکی آشکارساز سلیکونی

Technical Specifications

Detector Type	Silicon Photodiode (UV enhanced)
Wavelength Range	200 - 1100 nm
Optical Power Working Range	50 nW – 50 mW
Max Average Power Density	20 W/cm²
Max Pulse Energy	20µJ
Linearity	± 0.5%
Resolution [1)]	1 nW
Measurement Uncertainty [2)]	±3% 451 – 1100 nm ±5% 200 – 450 nm
Typical Application	Low Power Lasers
Laser Types	Diode, Diode Arrays, He-Ne, Dye, Ion Lasers (Ar^+, Kr^+)
Coating /Diffuser	Reflective ND on quartz substrate (OD1)
Cooling	Convection
Head Temperature Measurement	Thermistor 4.7kΩ
Console Compatibility	PM100D, PM100A
Response Time	< 1 µs
Sensor Dimensions	Ø30.5 mm x 12.7 mm
Active Detector Area	9.7 mm x 9.7 mm
Input Aperture	Ø9.5 mm
Cable Length	1.5 m
Connector	Sub-D 9p male
Weight	0.07 kg
Post	#8-32 thread, M4 Adapter included
Aperture Thread	SM1, outer thread
Fiber Adapters (optional)	FC, SC, LC, SMA, ST

نمودار پاسخ طیفی این آشکارساز در ۰نشان داده شده است.



شکل (۱۰-۲)- نمودار پاسخ طیفی آشکارساز مورد استفاده

Archive of SID

www.SID.ir

۲,۳. طراحی مکانیکی سامانه و جانمایی :

با توجه به اینکه در تمام اندازه گیری های نوری لازم است که اندازه گیری در اتاق تاریک و بدون وجود هیچگونه نور پس زمینه ای انجام شود لذا برای آزمایش پخش نور نیاز به اتاق تاریک بوده و برای استفاده از آن می بایستی حتما آن را در فضای تاریک استفاده نمود. به همین منظور طراحی بدنه اصلی بگونه ای انجام گردید که تا حدامکان شرایط مورد نظر را فراهم نماید. به منظور چلوگیری از بازتاب نور در داخل باکس و همچنین نگهدارنده قطعات از رنگ سیاه مات استفاده شده است. در مواردی که لازم است قطعات در روی محور حرکت نمایند از ریل های آماده ای که دارای دقت بالایی می باشند استفاده شده است.

۲,۳,۱. طراحی بدنه اصلی

بدنه اصلی یک باکس آلومینیومی آنودایز شده می باشد که از سه بخش تشکیل می شود . بخش اول ورق کف بوده که کلیه قطعات بر روی آن سوار می شود . بخش دوم بدنه کناری است که به مانند دیواری طرفین سیستم را پوشش می دهد . بخش سوم در باکس بوده که باعث پوشش قسمت فوقانی سیستم شده و همچنین به کاربر اجازه تنظیمات مکانیکی درون باکس را می دهد.

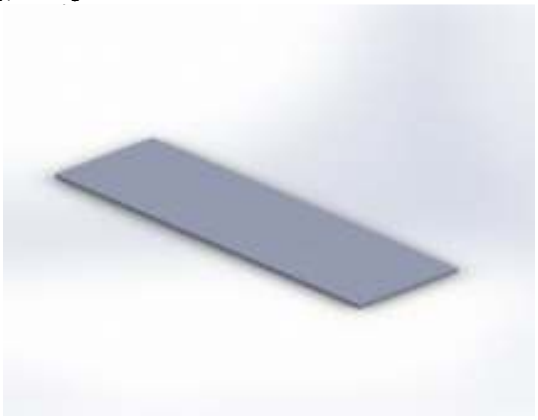
برای نصب کلیه قطعات بر روی ورق ، موقعیت آنها را مشخص کرده و سپس ورق را با دستگاه واترجت به اندازه مورد نظر رسانده و سوراخکاری ها را انجام دادیم . برای نصب بدنه دور نیز ، قسمت پهلوی ورق سوراخکاری شد (شکل (۱۱-۲)).

برای بدنه کناری باکس از یک ورق آلومینیوم به ضخامت ۱ میلی متر استفاده گردید . این ورق از پهلو به ورق کف متصل گردید (شکل (۱۲-۲)).

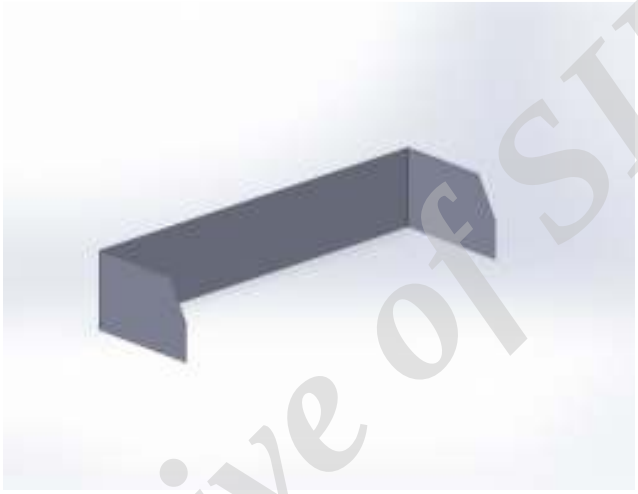
در های باکس از جنس آلومینیوم و به ضخامت ۱ میلی متر بوده که پس از خم کاری از طریق لولا به بدنه کناری متصل گردید (شکل (۱۳-۲)) .

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۱۱-۲)- ورق کف باکس



شکل (۱۲-۲)- بدنه کناری باکس

شکل (۱۳-۲)- درهای باکس

۲,۳,۲. طراحی بدنه پرتو گستر

همانطور که توضیح داده شد برای کانونی کردن نور لیزر از یک پرتو گستر (Beam Expander) استفاده می

Archive of SID

www.SID.ir

شود . این سامانه شامل تعدادی عدسی و دیافراگم است که باید جانمایی آنها در داخل بدنه طوری انجام شود که از نظر محوری همه در یک راستا باشند (شکل(۱۴-۲)).

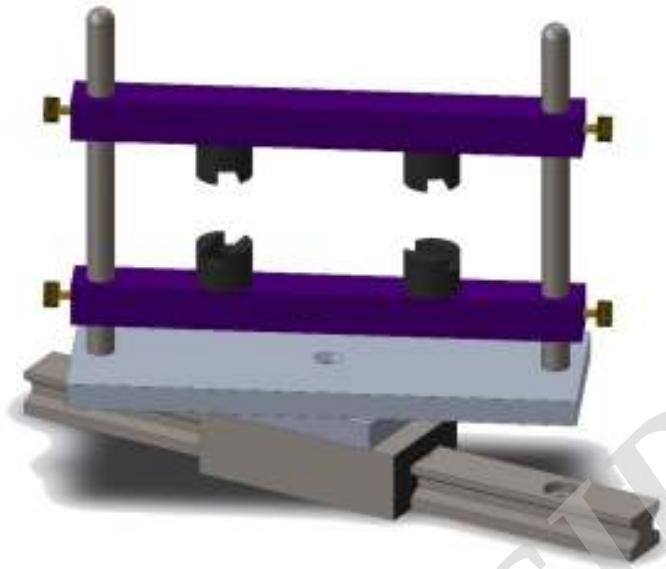
شکل (۱۴-۲)- بدنه پرتو گستر

۲,۳,۳. مقر نگهدارنده نمونه

برای قرار دادن نمونه ، یک نگهدارنده قابل تنظیم طراحی شد تا بتواند نمونه را در ابعاد و زوایای مختلف مهار کند . برای این منظور از یک ریل و واگن که قابلیت دوران در مرکز خود را داشته باشد طراحی گردید . همچنین به وسیله دو عدد میله که کار راهنما را دارد مهار نمونه در مرکز کار انجام می شود شکل (۱۵-۲) . به دلیل وجود تعداد زیاد درجات آزادی این مجموعه ، امکان قرار گیری هر نوع نمونه ای با ابعاد و اشکال مختلف وجود دارد .

Archive of SID

www.SID.ir



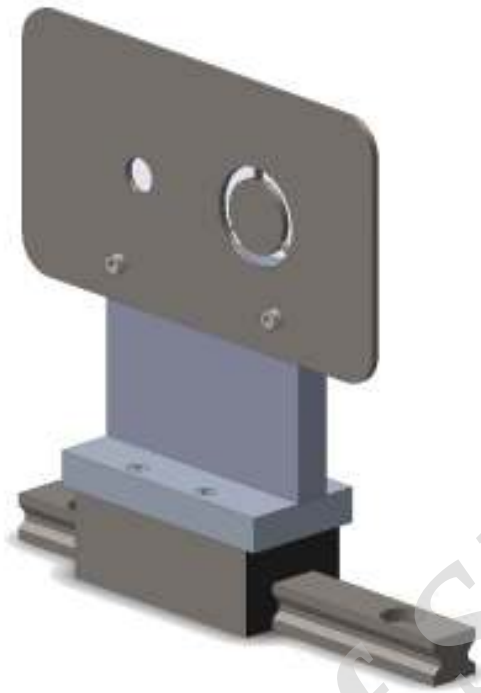
شکل (۱۵-۲)- مقر نگهدارنده نمونه

۲,۳,۴. دیافراگم های حلقوی و دایروی

برای طراحی دیافراگم های حلقوی و دایروی از یک ورق استیل به ضخامت ۱ میلی متر استفاده شده است . دیافراگم ها به روش وایر کات (wirecut) درست شده و سپس رنگ کوره ای شده است این مجموعه به وسیله یک ریل و واگن در مسیر نور قرار می گیرد. این مجموعه طوری طراحی شده است که بتواند حرکت نموده و هر دیافراگم متناسب با شرایط اندازه گیری در مقابل باریکه نور قرار گیرد (شکل(۱۶-۲)). طراحی و ساخت این دو دیافراگم برروی یک ورق از مواردی است که ضمن افزایش دقت ساخت ، تنظیم دقیق تری را هنگام هم راستا سازی با دیگر قطعات مجموعه فراهم می سازد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۱۶-۲)- دیافراگم های حلقوی و دایروی

۲,۳,۵. نگهدارنده سیستم اپتیکی کانونی کننده

برای کانونی کردن نور بر روی آشکارساز از یک دابلت استفاده شده است . به منظور نگهداری این سیستم از یک هولدر که توسط پایه به کف متصل شده است استفاده می شود.

۲,۳,۶. نگهدارنده آشکارساز

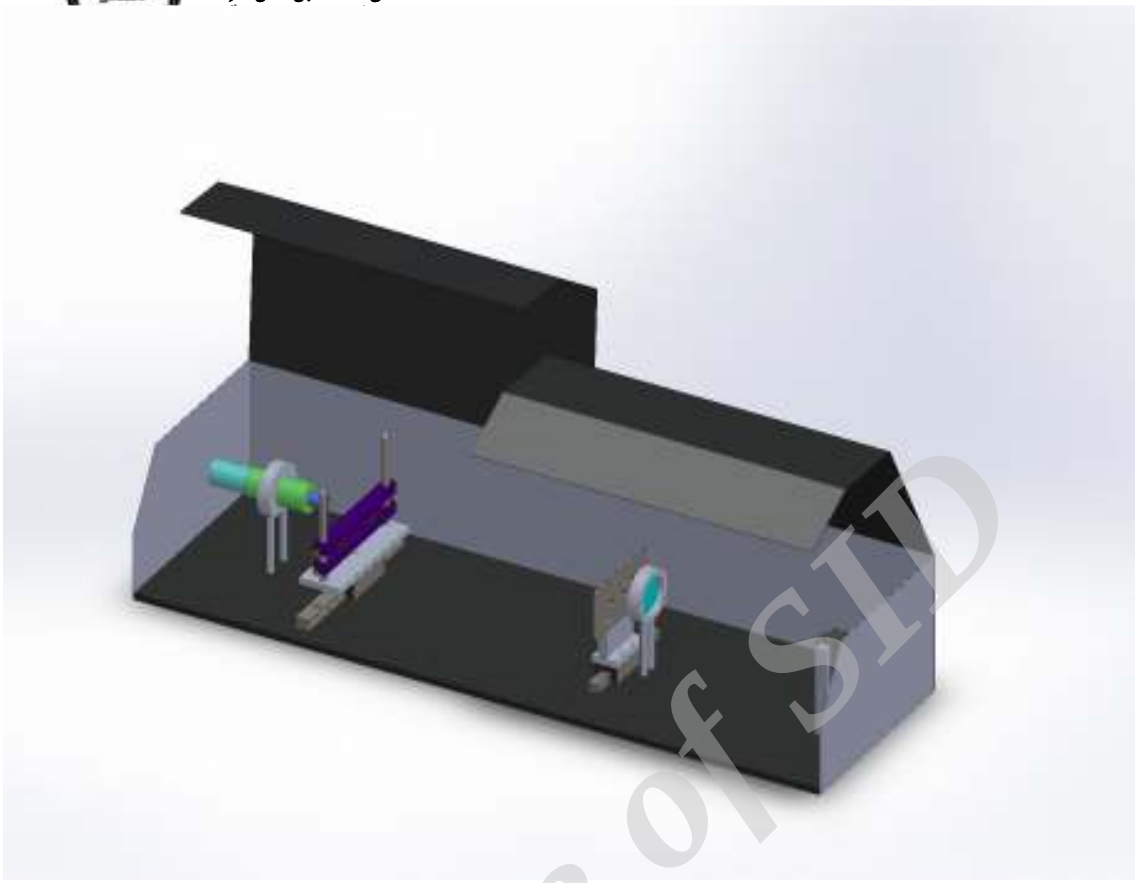
به منظور قرارگیری آشکارساز در فاصله مورد نظر ، نگهدارنده مناسبی با توجه به شکل آشکارساز طراحی و به پایه اصلی متصل خواهد شد

۲,۴. مونتاژ نهایی

پس از طراحی و ساخت تمامی قطعات و نگهدارنده ها ، مونتاژ برروی پایه اصلی انجام خواهد شد از نکات مهم در این بخش تنظیم دقیق فاصله بین قطعات ، هم راستا سازی و رعایت محوری بودن آنها با هم می باشد . طرح جانمایی دستگاه همراه با عکس دستگاه ساخته شده در شکل (۱۷-۲) آورده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۱۷-۲) – شماتیک و عکس دستگاه ساخته شده

Archive of SID

www.SID.ir

۲,۵.بهینه سازی آشکار ساز

با توجه به اینکه آشکار ساز استفاده شده در این طرح از تجهیزاتی است که در مرکز مورد استفاده قرار می گیرد لذا در این راستا آشکارساز دیگری انتخاب شد و سپس طراحی و نرم افزار مناسب آن به منظور نمایش اطلاعات نوشته شد تا در راستای بهبود کیفیت این سامانه ، آشکارساز خاص این سامانه مورد استفاده قرار گیرد . اقدامات انجام گرفته در این خصوص به شرح زیر معرفی می شود.

۲,۵,۱. انتخاب آشکارساز نوری

در شکل زیر حسگر مورد استفاده در این سامانه نشان داده شده است .

شکل(۱۸-۲)- حسگر مورد استفاده در سامانه

از قابلیت های مهم این حسگر می توان به قابل تنظیم بودن بهره سیگنال خروجی اشاره کرد که دارای محدوده هایی به صورت زیر می باشد (برحسب dB):

0-10-20-30-40-50-60-70

در جدول زیر پارامترهای کلیدی موردنظر به ازای هر بهره انتخاب شده نشان داده شده است:

Archive of SID

www.SID.ir

Performance Specifications[2,3]			
0 dB Setting		40 dB Setting	
Gain (Hi-Z)	1.51 x 10^3 V/A ±2%	Gain (Hi-Z)	1.51 x 10^5 V/A ±2%
Gain (50 Ω)	0.75 x 10^3 V/A ±2%	Gain (50 Ω)	0.75 x 10^5 V/A ±2%
Bandwidth	10.0 MHz	Bandwidth	150 kHz
Noise (RMS)	300 µV	Noise (RMS)	340 µV
NEP (@ λ_p)	2.91 x 10^{-11} W/√Hz	NEP (@ λ_p)	5.93 x 10^{-13} W/√Hz
Offset	3 mV (10 mV max)	Offset	4 mV (10 mV max)
10 dB Setting		50 dB Setting	
Gain (Hi-Z)	4.75 x 10^3 V/A ±2%	Gain (Hi-Z)	4.75 x 10^5 V/A ±2%
Gain (50 Ω)	2.38 x 10^3 V/A ±2%	Gain (50 Ω)	2.38 x 10^5 V/A ±2%
Bandwidth	5.5 MHz	Bandwidth	45 kHz
Noise (RMS)	280 µV	Noise (RMS)	400 µV
NEP (@ λ_p)	7.52 x 10^{-12} W/√Hz	NEP (@ λ_p)	7.94 x 10^{-13} W/√Hz
Offset	4 mV (10 mV max)	Offset	4 mV (10 mV max)
20 dB Setting		60 dB Setting	
Gain (Hi-Z)	1.5 x 10^4 V/A ±2%	Gain (Hi-Z)	1.5 x 10^6 V/A ±5%
Gain (5 0Ω)	0.75 x 10^4 V/A ±2%	Gain (50 Ω)	0.75 x 10^6 V/A ±5%
Bandwidth	1.0 MHz	Bandwidth	11 kHz
Noise (RMS)	250 µV	Noise (RMS)	800 µV
NEP (@ λ_p)	2.34 x 10^{-12} W/√Hz	NEP (@ λ_p)	1.43 x 10^{-12} W/√Hz
Offset	4 mV (10 mV max)	Offset:	5 mV (10 mV max)
30 dB Setting		70 dB Setting	
Gain (Hi-Z)	4.75 x 10^4 V/A ±2%	Gain (Hi-Z)	4.75 x 10^6 V/A ±5%
Gain (50 Ω)	2.38 x 10^4 V/A ±2%	Gain (50 Ω)	2.38 x 10^6 V/A ±5%
Bandwidth	260 kHz	Bandwidth	5 kHz
Noise (RMS)	260 µV	Noise (RMS)	1.10 mV
NEP (@ λ_p)	1.21 x 10^{-12} W/√Hz	NEP (@ λ_p)	2.10 x 10^{-12} W/√Hz
Offset	4 mV (10 mV max)	Offset	6 mV (10 mV max)

جدول (۲-۲) پارامترهای کلیدی حسگر

طول موج نوری قابل اندازه گیری در این حسگر نیز در محدوده ۴۰۰ تا ۱۱۰۰ نانومتر است که برای این سامانه مناسب می باشد.

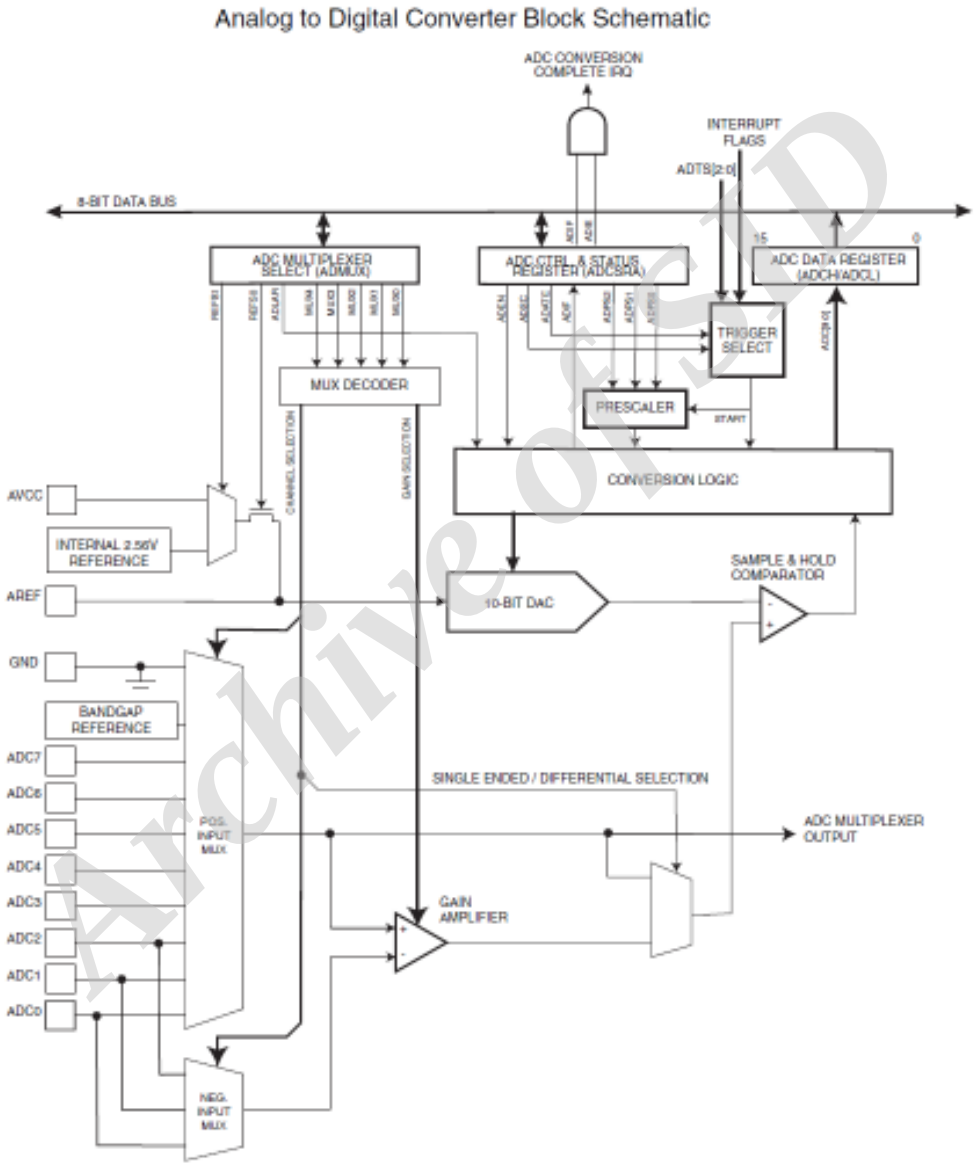
۲,۵,۲. مبدل آنالوگ به دیجیتال (A/D):

نتایج اندازه گیری شده توسط این حسگر به صورت یک ولتاژ آنالوگ در خروجی ظاهر می شود که این نتایج به یک مبدل آنالوگ به دیجیتال داده می شود تا از آن نمونه برداری کرده و داده های دیجیتال مورد نظر را تحت روابط و فرمول های معینی به مقادیر قابل ارزیابی برای ما در این سامانه تبدیل نماید.

Archive of SID

www.SID.ir

رزولوشن مبدل آنالوگ به دیجیتال استفاده شده، ۱۲ بیتی می باشد؛ به این معنی که بازه تغییرات خروجی حسگر را به ۴۰۹۶ نقطه تقسیم و به صورت دیجیتال تولید می نماید. شماتیک این مبدل در شکل (۱۹-۲) نشان داده شده است.



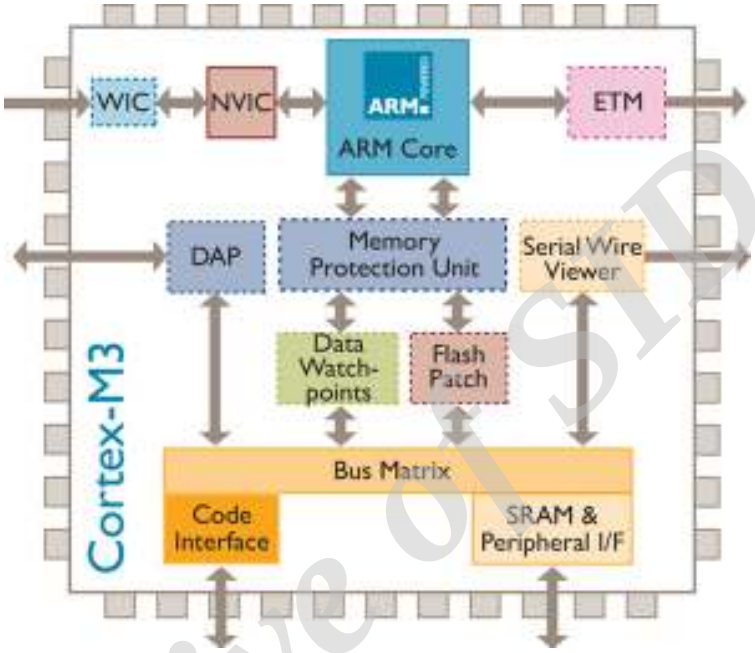
شکل (۱۹-۲) – شماتیک مبدل

Archive of SID

www.SID.ir

۲,۵,۳. پردازشگر (Processor)

برای پردازش داده های دیجیتال حاصل شده در بخش های قبل، و کنترل و مانیتورینگ داده های به دست آمده، از یک میکروکنترلر خانواده ARM CortexM3 بهره گرفته شده است که پیاده سازی الگوریتم های برنامه نویسی با زبان قدرتمند C روی آن انجام می گیرد. این نوع میکروکنترلر، قابلیت های قابل توجهی برای معیارهای عملکردی ما در این سامانه را فراهم می سازد (شکل(۲۰-۲)) .



شکل (۲۰-۲)- پردازشگر

۲,۵,۴. نمایشگر و صفحه لمسی

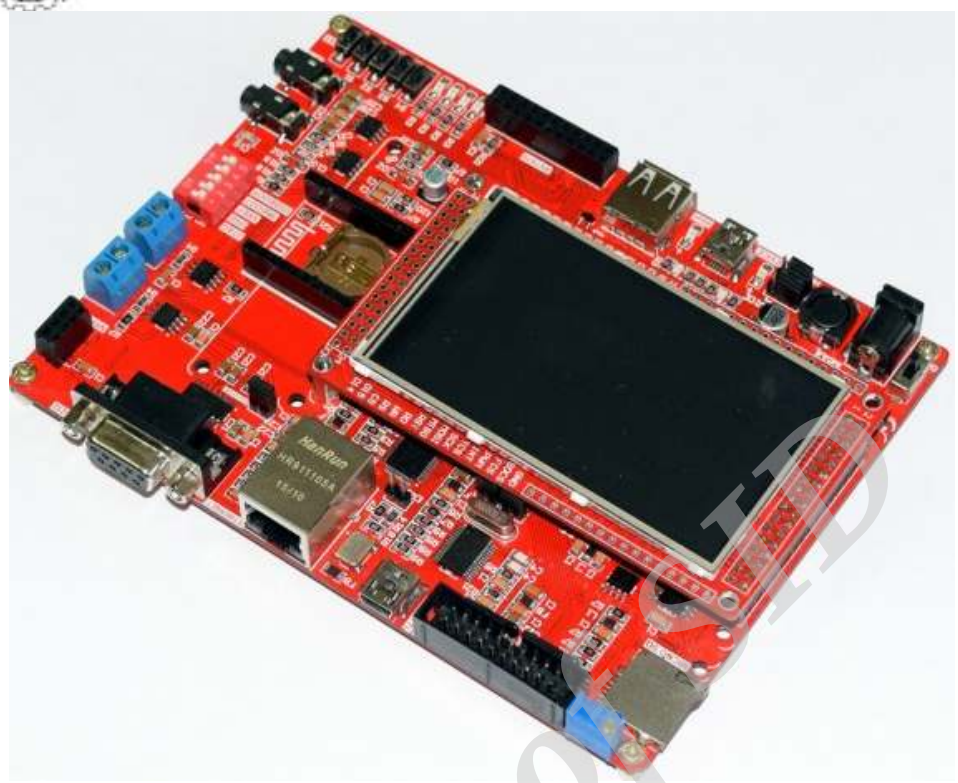
جهت نمایش داده های به دست آمده ، از یک نمایشگر رنگی "TFTLCD 3.2 و جهت تغییر وضعیت های مورد نیاز، از یک صفحه لمسی مقاومتی استفاده شده است.

شکل(۲۱-۲)- نمایشگر

در شکل زیر عکسی از برد الکترونیکی استفاده شده در این سامانه نمایش داده شده است که قطعات و مدارهای مورد نیاز این پروژه را به طور کامل در اختیار ما قرار می دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۲۲-۲) – برد الکترونیکی آشکارساز

نتیجه گیری :

با توجه به اینکه در استانداردهای مرتبط با این اندازه گیری ، حداکثر ضریب کاهش درخشندگی برای صافی های جوشکاری $(cd/m^2)/lx$ ۱/۰۰ و برای محافظ های مقاوم در برابر ضربه با سرعت بالا $(cd/m^2)/lx$ ۰/۷۵و برای صافی نور خیره کننده $(cd/m^2)/lx$ ۰/۶۵ و برای صافی مقاوم در برابر بازتاب های شدید از روی برف $(cd/m^2)/lx$ ۱/۰۰ و $(cd/m^2)/lx$ ۲/۰۰ و برای سایر صافی های صنعتی $(cd/m^2)/lx$ ۰/۵ ذکر شده است بنابراین در این سامانه سعی شده است که قابلیت اندازه گیری با این شرایط وجود دادشته باشد .

مشخصات خروجی این سامانه ، شامل محاسبه لومینانس ، لومینانس کاهش یافته می باشد و در صورت نیاز می توان اندازه گیری توان لیزر را بر حسب میلی وات به بخش نمایش دهنده سامانه اضافه نمود.

Archive of SID

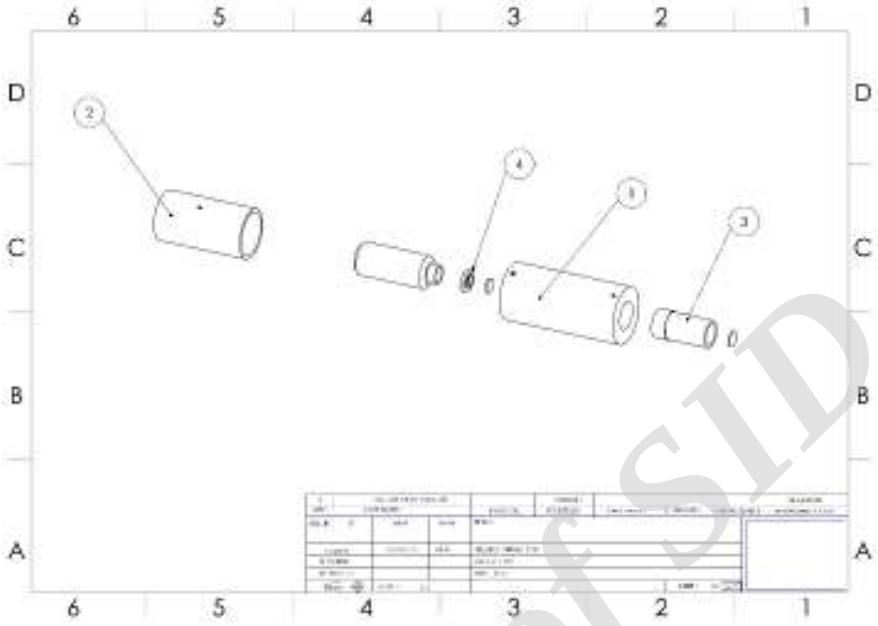
www.SID.ir

پیوست‌ها

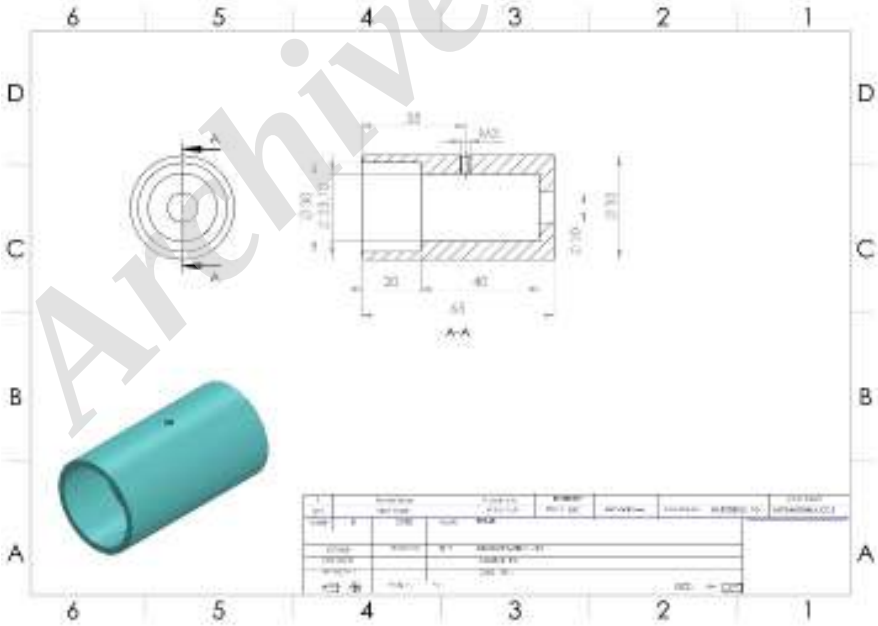
Archive of SID

www.SID.ir

پیوست ۱: نقشه های قطعات



نقشه دمونتاژ پرتو گستر

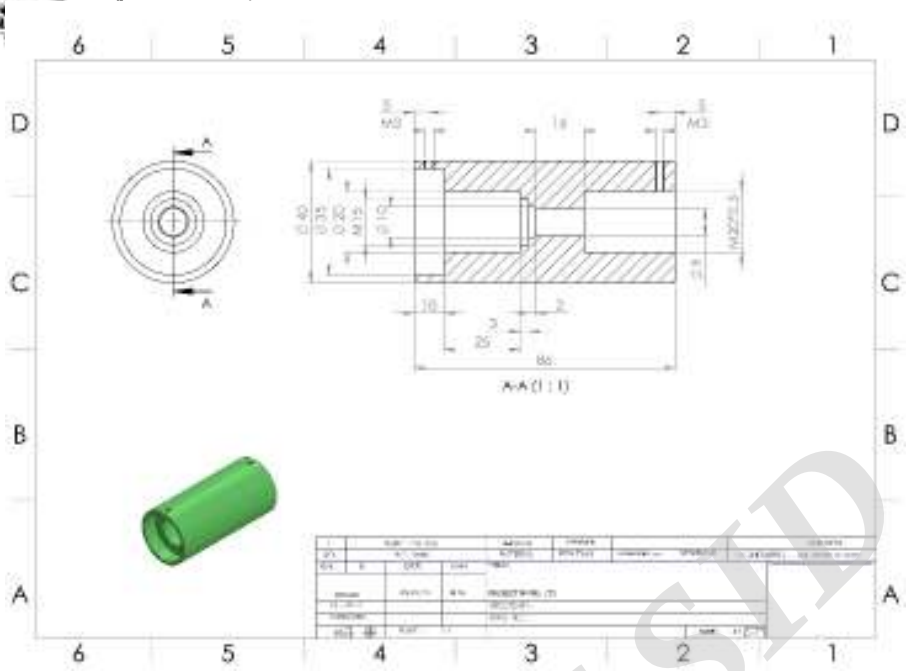


نقشه نگهدارنده لیزر

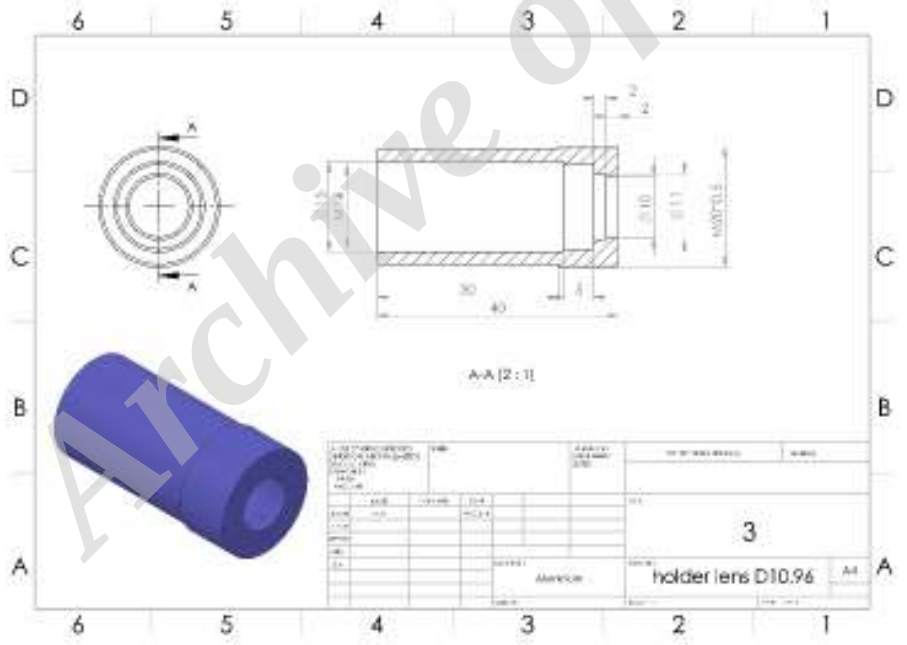
OP 95 Light Diffusion Rep 951018 -AA

Archive of SID

www.SID.ir



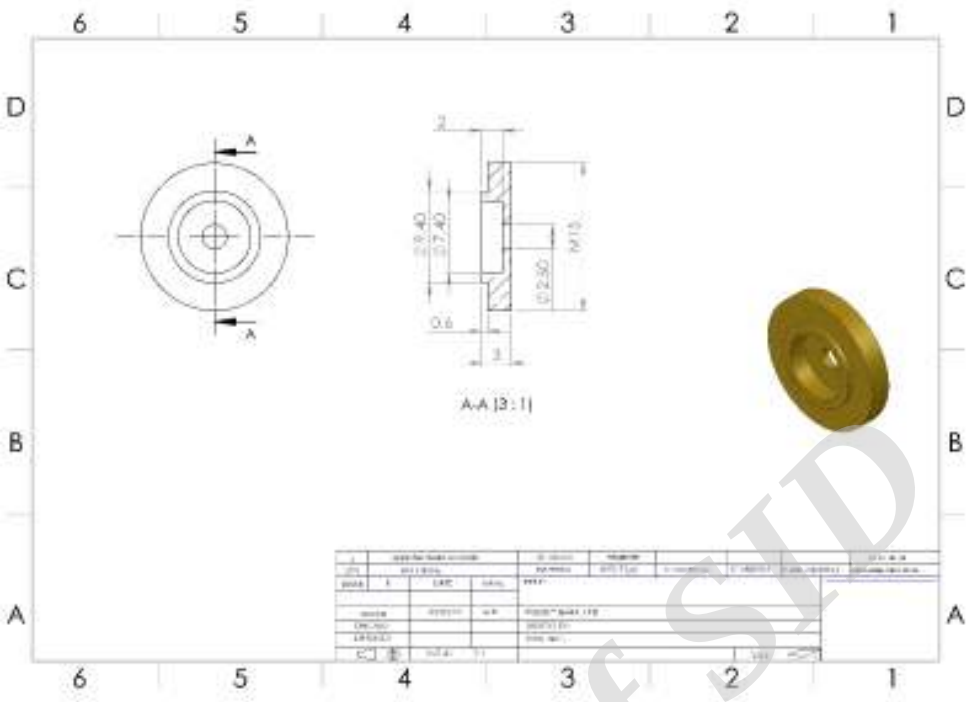
نقشه لنز قطر ۱۰ میلی متر



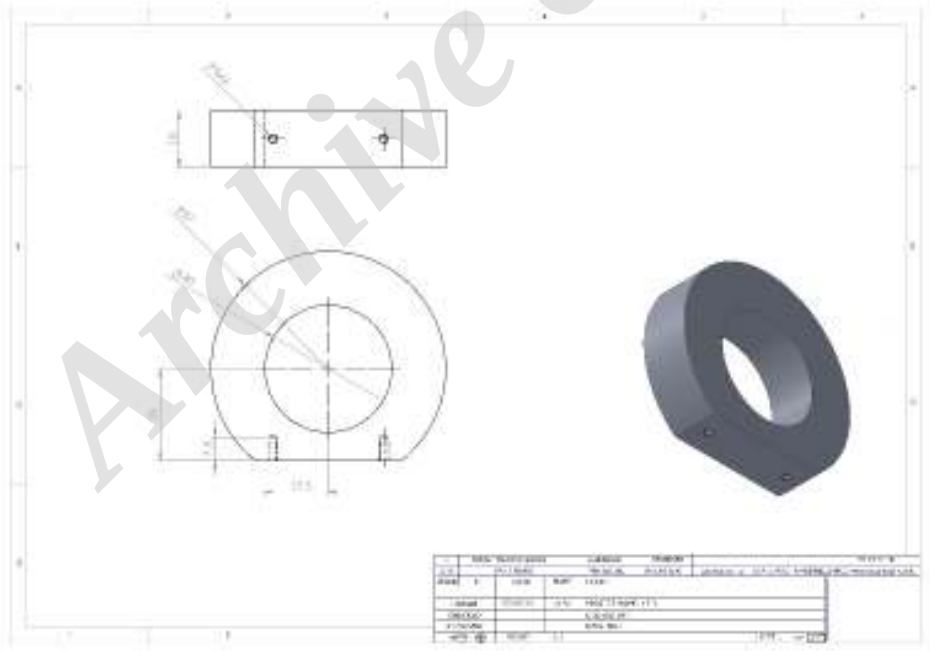
نقشه هولدر لنز ۱۱ میلی متر

Archive of SID

www.SID.ir



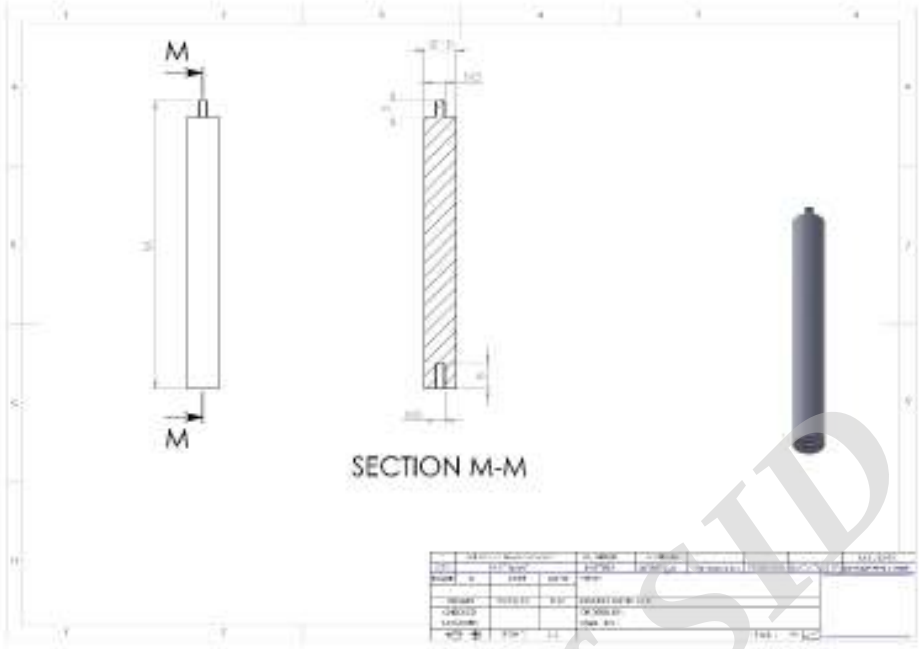
نقشه روزنه



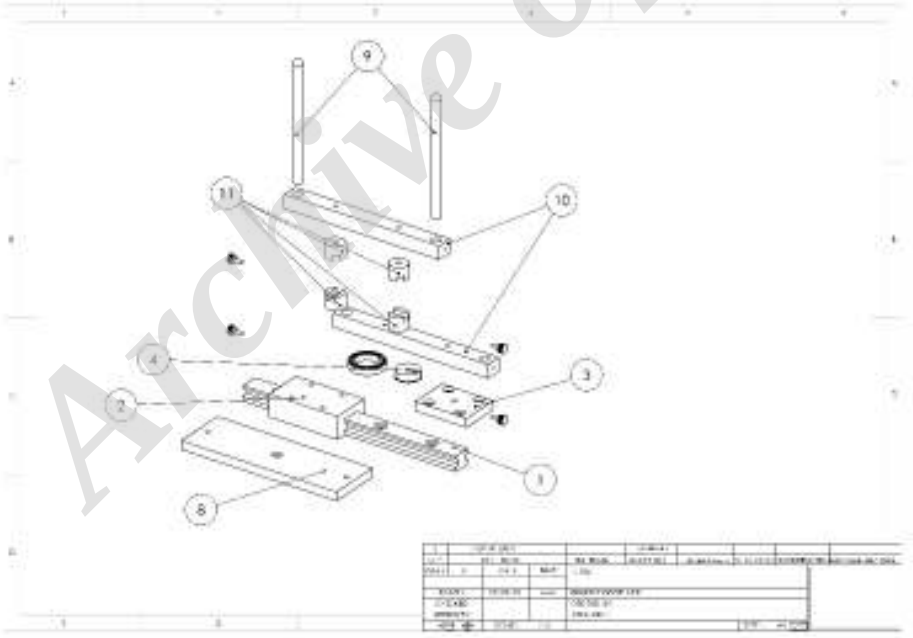
نقشه نگهدارنده پرتو گستر

Archive of SID

www.SID.ir



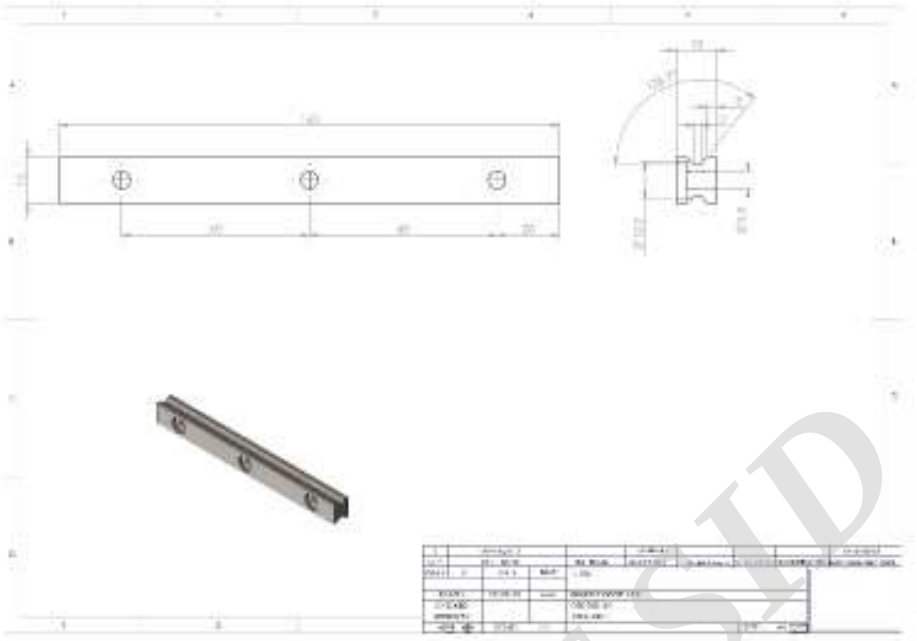
نقشه پایه نگهدارنده پرتو گستر



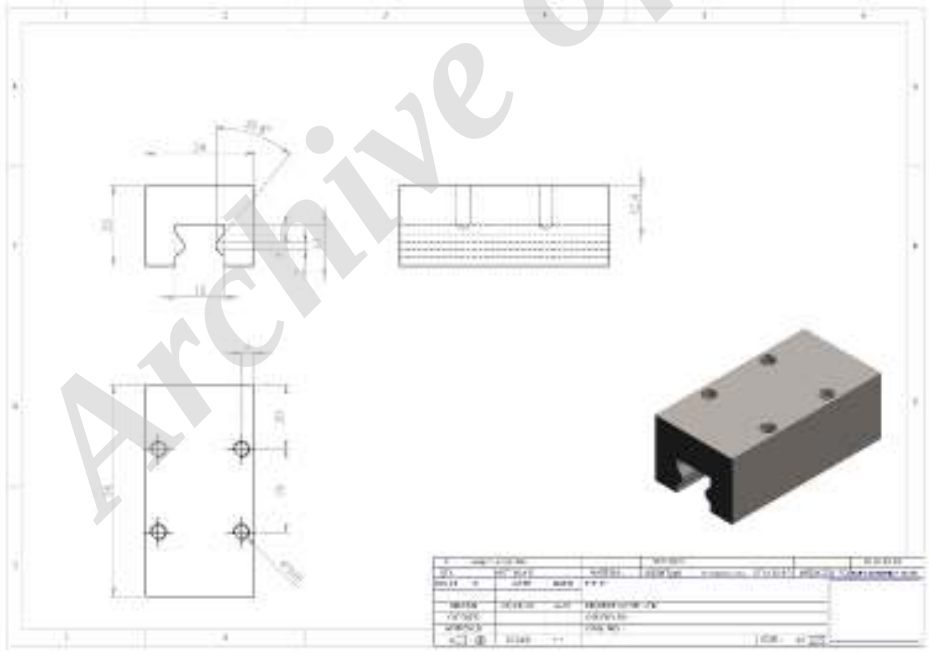
نقشه دمونتاژ نگهدارنده نمونه

Archive of SID

www.SID.ir



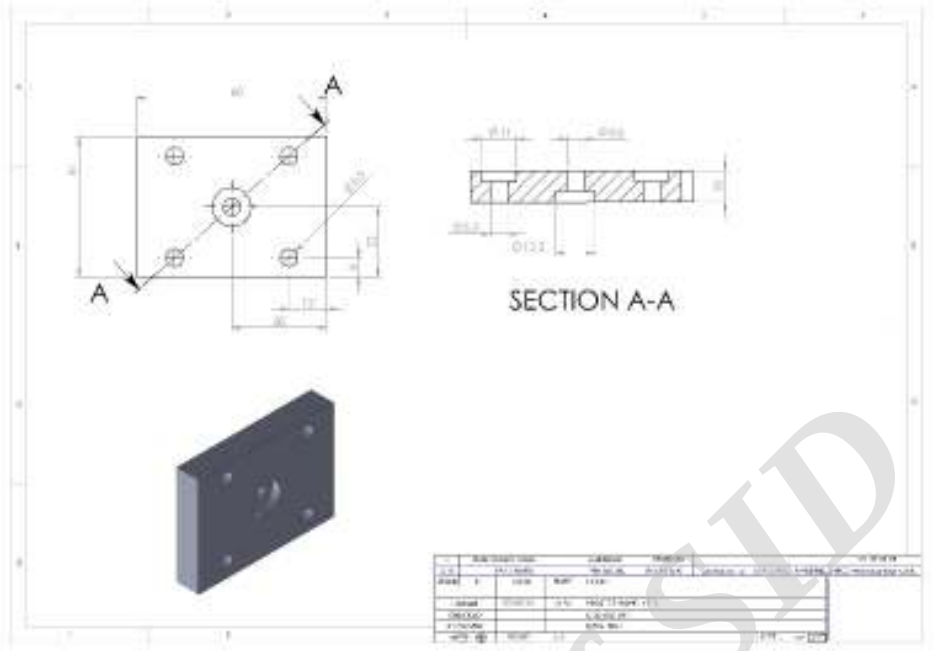
نقشه ریل نگهدارنده نمونه



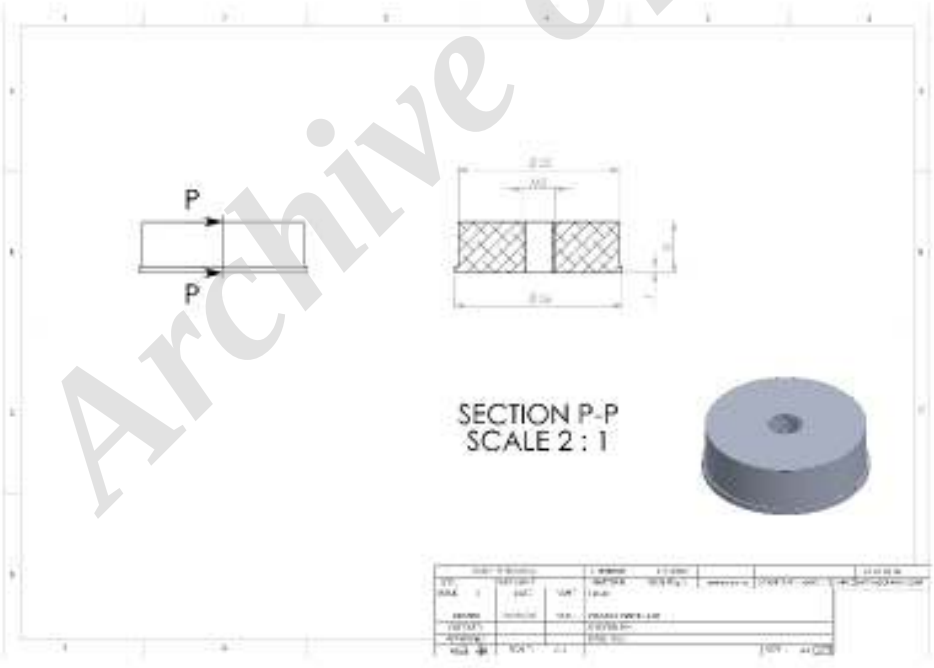
نقشه واگن نگهدارنده نمونه

Archive of SID

www.SID.ir



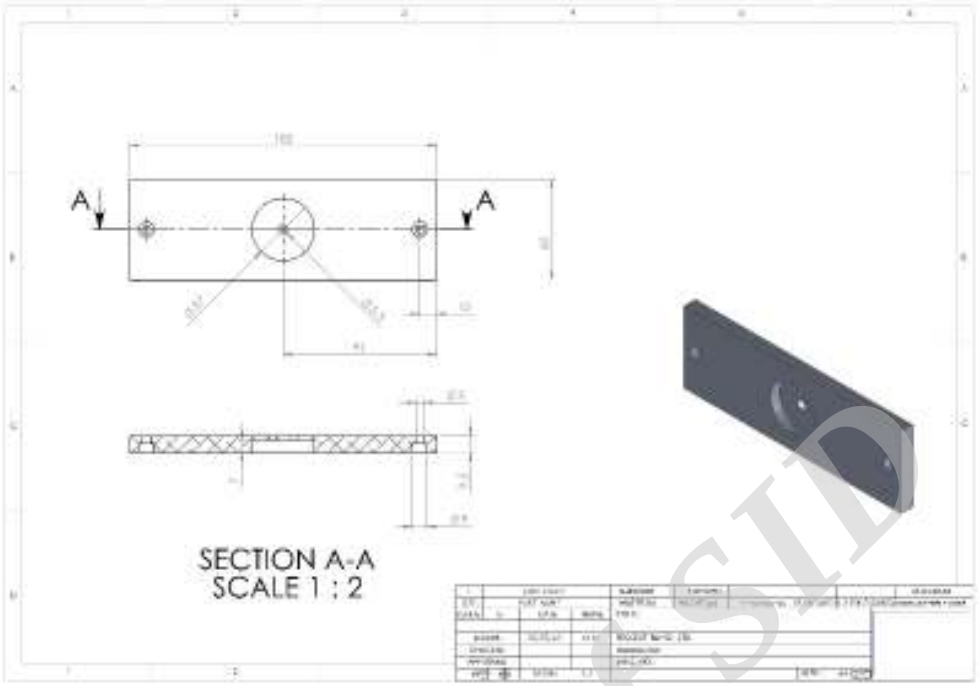
نقشه صفحه ثابت واگن



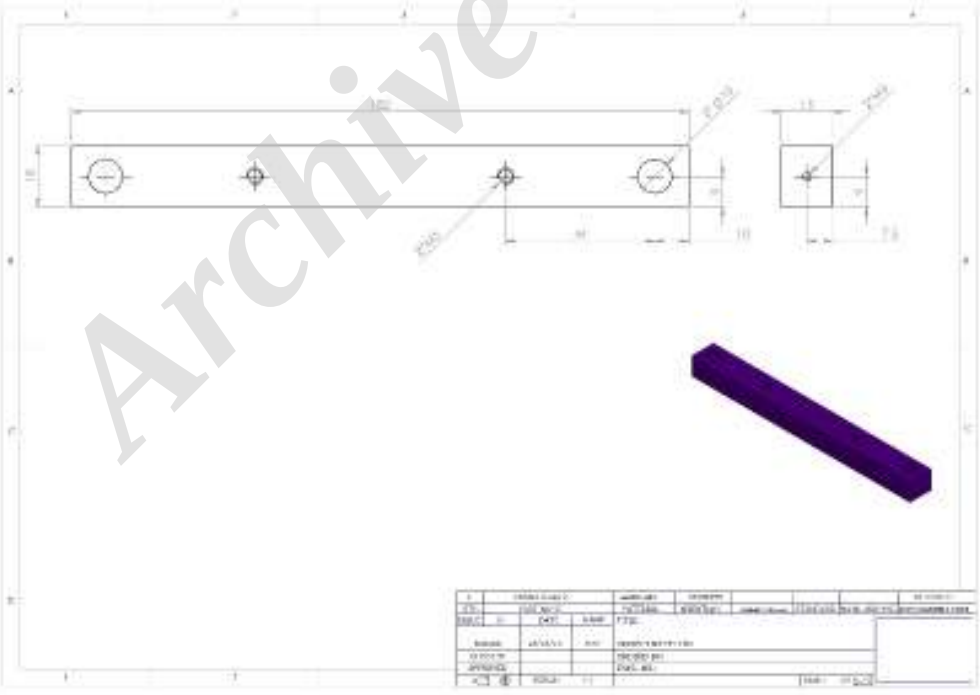
نقشه نگهدارنده بلبرینگ جهت دوران

Archive of SID

www.SID.ir



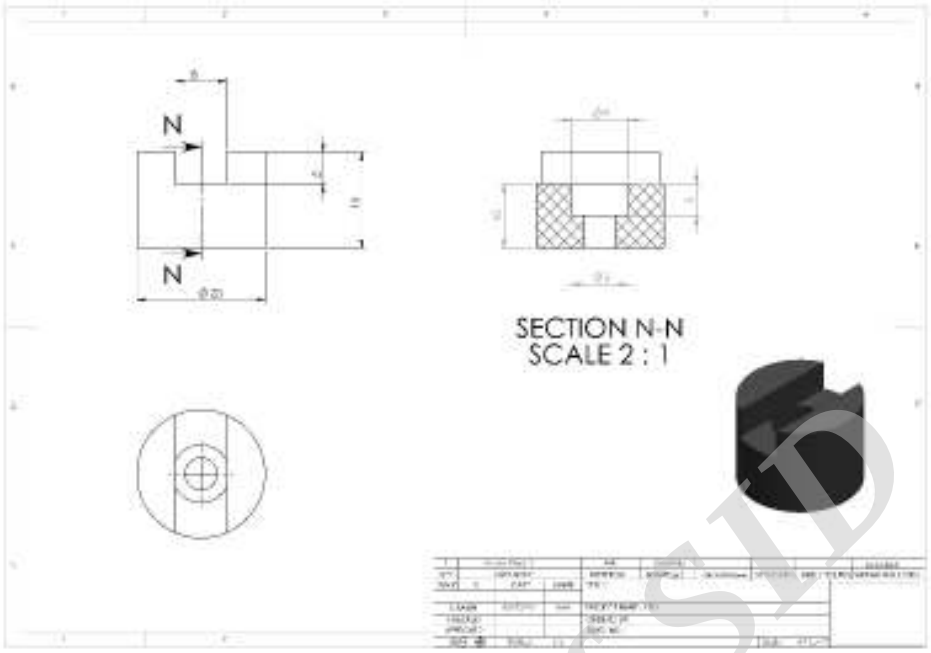
نقشه صفحه دوار نگهدارنده نمونه



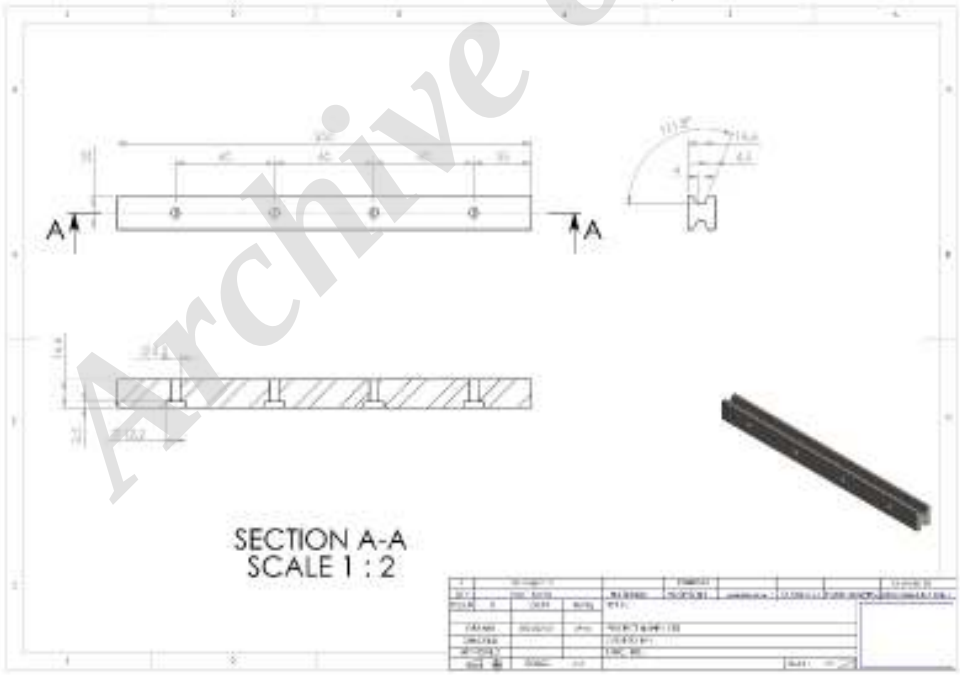
نقشه تنظیم کننده ارتفاع نمونه

Archive of SID

www.SID.ir



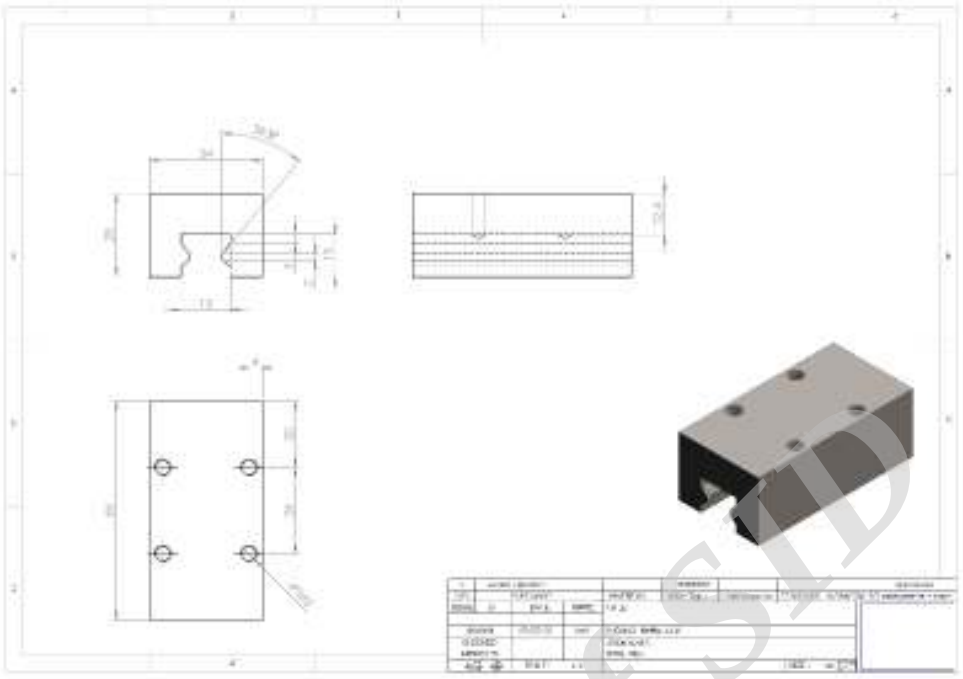
نقشه نگهدارنده نمونه



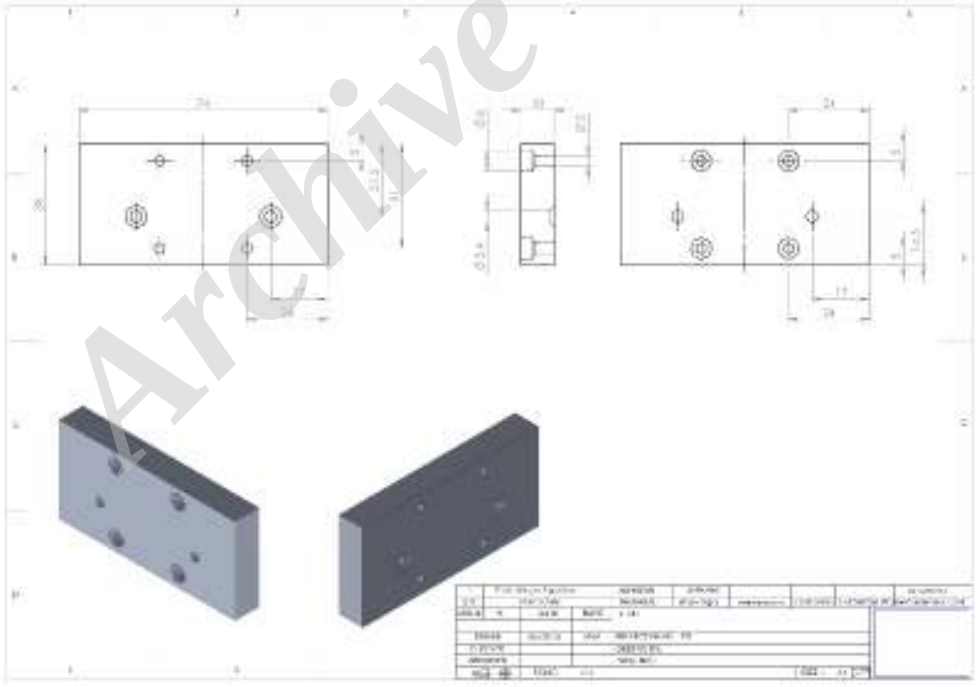
نقشه ریل نگهدارنده پنجره

Archive of SID

www.SID.ir



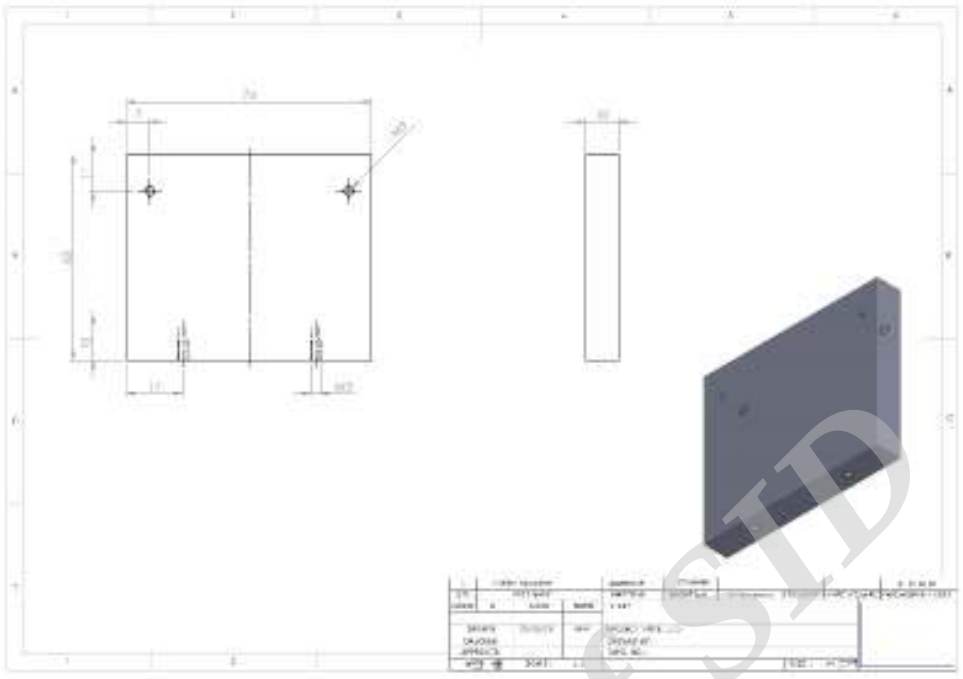
نقشه واگن نگهدارنده پنجره



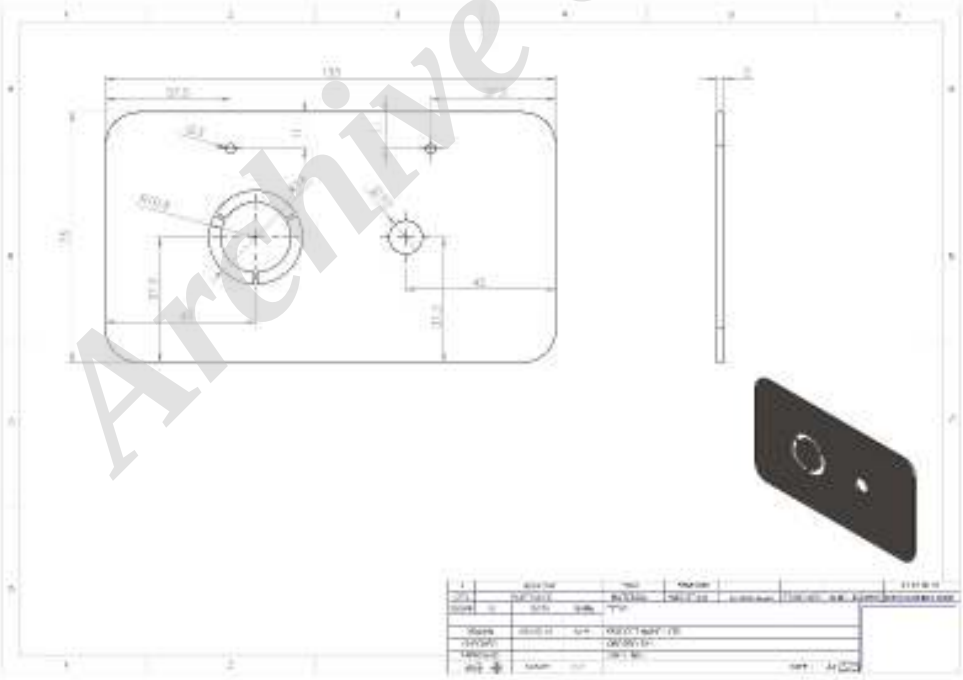
نقشه صفحه ثابت نگهدارنده پنجره

Archive of SID

www.SID.ir



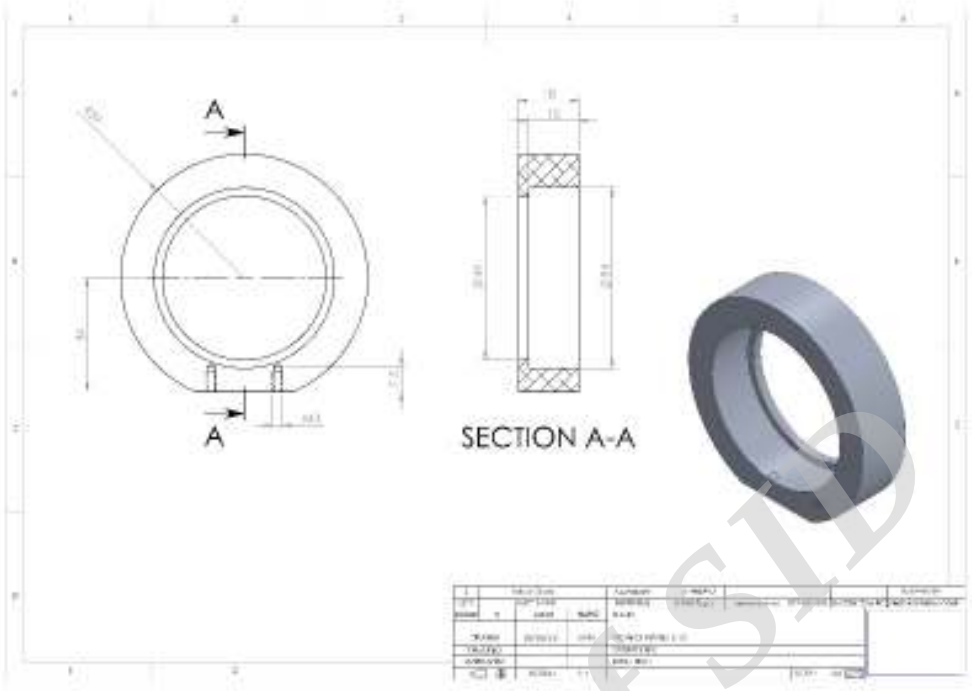
نقشه نگهدارنده پنجره



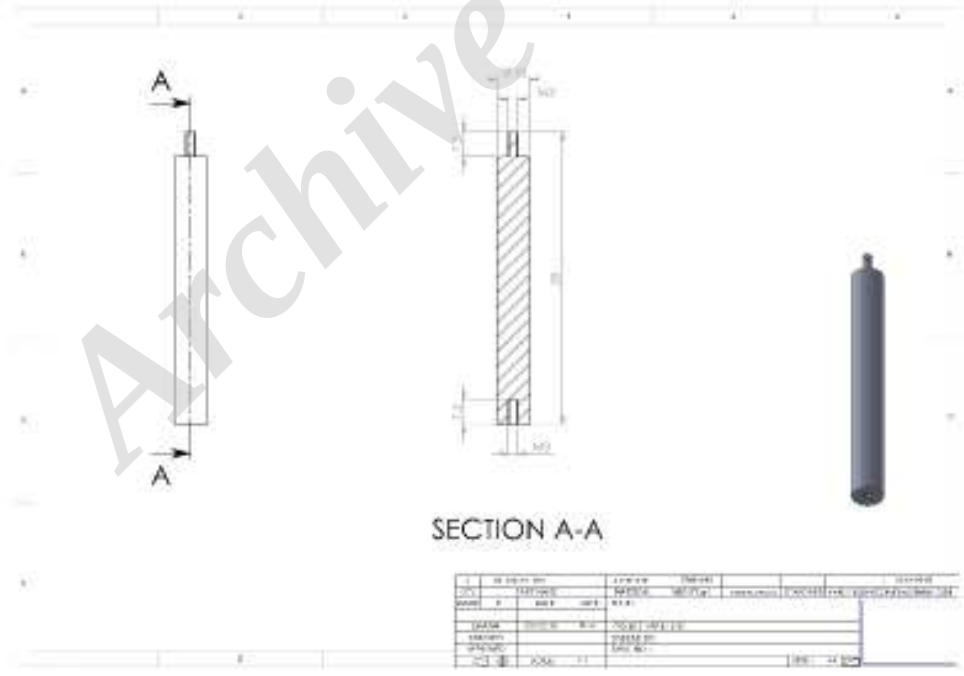
نقشه پنجره

Archive of SID

www.SID.ir



نقشه نگهدارنده لنز



نقشه پایه نگهدارنده لنز

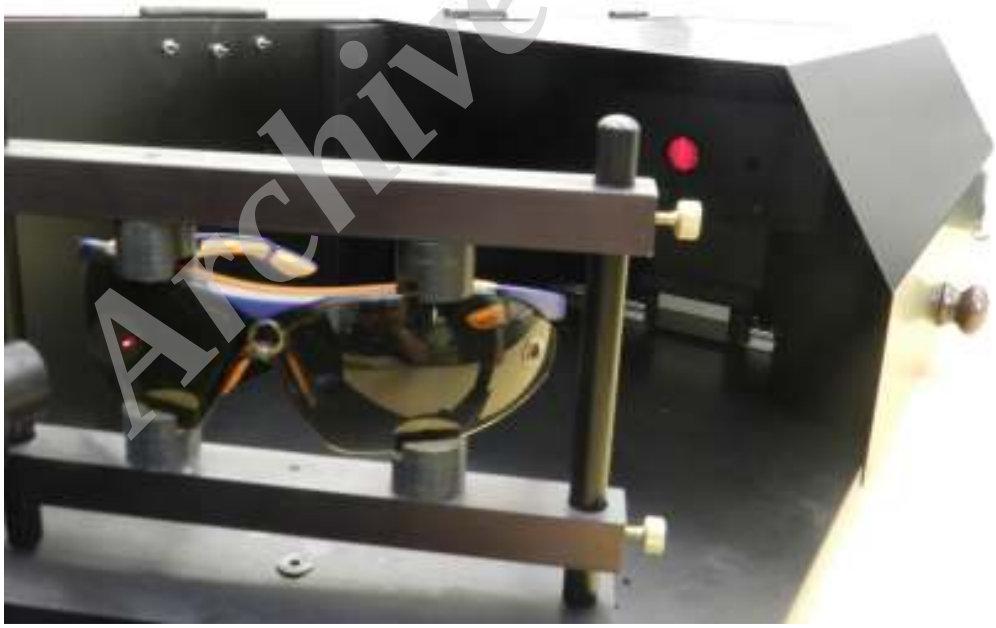
Archive of SID

www.SID.ir

پیوست ۲ : عکس هایی از بخش های مختلف دستگاه ساخته شده

Archive of SID

www.SID.ir



Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

منابع و مآخذ

Archive of SID

www.SID.ir

1- BS EN 167 (2002): Personal eye-protection-Optical test methods
2- . Ryer, Alex. Light Measurement Handbook. s.l. : International Light, Inc., 1998.
3- 2.. P. J. R. Laybourn, J. P. Dakin, W. A. Gambling. A photometer to measure light scattering in optical glass 1970, Opto- electronics.
4- PIKE TECHNOLOGIES : Diffuse reflectance – Theory and application
5- **http://edu.nano.ir/oldversion/index.**
6- ISO 12609- Eyewear for protection against intense light sources used on humans and animals for cosmetic and medical application
7- ISO 12311-Personal protective equipment- Test method for sunglasses and related eyewear

Archive of SID

www.SID.ir