بیستمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و ششمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۸ تا ۱۰ بهمن ماه۱۳۹۲ - دانشگاه صنعتی شیراز

طراحی و ساخت سامانه لیزری اندازه گیری و ثبت میزان جذر و مد آب دریا

مجید زمانی[۱]، محمد حسین سرشو[۱]، علیرضا خلیلی[۱] و محمودرضا رشیدی[۲]

۱-اصفهان - شاهین شهر - دانشگاه صنعتی مالک اشتر – پژوهشکده علوم وفن آوری اپتیک و لیزر

۲- اصفهان - شاهین شهر - دانشگاه صنعتی مالک اشتر – مجتمع دانشگاهی علوم وفناوری زیر دریا

چکیده – در این مقاله یک سامانه لیزری بر اساس فاصله یابی به روش مثلثاتی به منظور اندازه گیری وثبت میزان جذر ومد آب دریا طراحی و ساخته شده است. که توانائی تعیین فاصله ۱ تا ۱۰ متر با دقت$10cm$را دارد. در این سامانه از یک لیزر دیود به عنوان منبع نوری و یک آرایه خطیCCD بعنوان حسگر گیرنده به همراه مجموعهٔ اپتیکی استفاده شده است. این سامانه به صورت نیمه صنعتی ساخته شده و مورد آزمایش عملی قرار گرفته و نتایج آن ثبت شده است.

کلید واژه- آرایه خطیCCD ، روش مثلثاتی، فاصله یاب، لیزر

Design and fabrication of a laser tide gauge system

M.Zamani, M.Sarshogh, A.Khalili and M.Rashidi

Optic & Laser Research Center, Malek-Ashtar University of Technology, Shahin Shahr, Isfahan

Abstract- In this paper design and fabrication of a laser tide gauge system based on range finder for short distance based on triangulation method is described.This device can measure between 1-10 meters rang with 10cm resolution.This system uses a 630nm laser diode as a source and a one dimentional CCD array as a detector.This system is semiindustrially fabricated and passed several tests.The experimental results are represented.

Keywords: CCD Array, Laser, Range finder, Triangulation method.

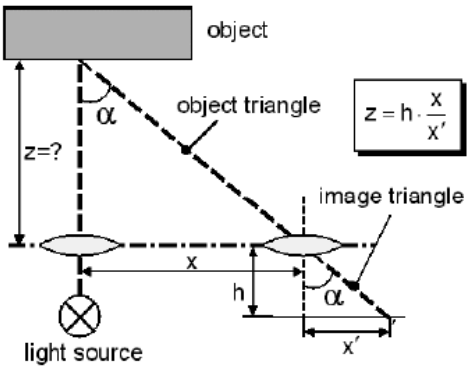
[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-07-28]

۱- مقدمه

اندازه گیری میزان جذر و مد آب دریا در محاسبات نقشه برداری از اهمیت بسزایی برخوردار است. تا کنون روش های اندازه‌گیری مختلفی برای این امر مورد استفاده قرار گرفته است ،اندازه گیری با استفاده از حسگر های پیزو الکتریک یکی از مرسوم ترین روشهای دقیق است.اما بزرگترین عیب این روش خوردگی حسگر بر اثر غوطه ور شدن آن در آب دریا برای مدت زمان طولانی است،ازطرفی این حسگر به شدت به چگالی حجمی آب مورد اندازه گیری وابسته است. از دیگر معایب این سامانه به ارتباط حسگر و بخش ثبت اطلاعات ازطریق کابل اشاره کرد، که در اکثر مواقع این کابل نسبتا گران قیمت در اثر برخورد با یک شی خارجی پاره شده است .سامانه لیزری ساخته شده به علت غیرتماسی بودن این روش نسبت به روش های مرسوم دیگر از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از دیگر مزایای اندازه گیری لیزری می توان به دقت بالای این روش اشاره کرد. از جمله روش های فاصله یابی که برای فواصل کوتاه استفاده شده ، روش مثلثاتی است. این فاصله یابها به صورت گسترده ای در صنایعی نظیر نفت و گاز، فولاد و کشتی سازی و ... کاربرد دارند.

۲- زمینهٔ نظری :

اساس عملکرد فاصله یاب لیزری به روش مثلثاتی مطابق شکل (۱) است.



شکل (۱) : اساس عملکرد روش مثلثاتی

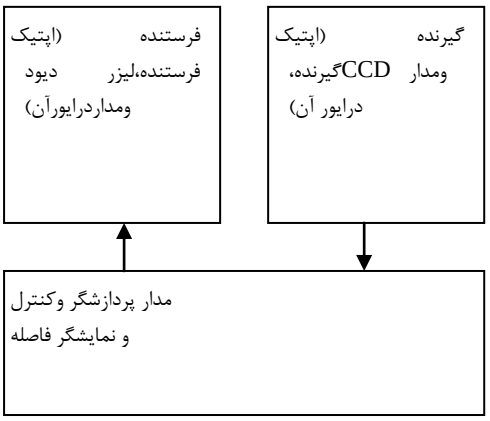
در این روش یک منبع نوری مانند لیزر دیود هدف مورد نظر را مورد تابش قرار می دهد. نور متمرکز شده لیزر بر روی سطح هدف که یک سطح پخش کننده است، بازتاب نور از هدف توسط مجموعه اپتیکی بصورت یک لکهٔ نقطه ای بر روی حسگر متمرکز می شود. که با جابجا شدن هدف، محل این لکه بر روی ناحیه حساس حسگر جابجا خواهد شد.

مطابق با شکل (۱) می توان تغییرات Z هدف را نسبت به تغییرات لکه به میزان x' بر روی حسگر حساس به موقعیت نظیر CCD و با استفاده از قوانین تشابه مثلثاتی بصورت رابطهٔ (۱) نوشت:

$$Z = h\frac{x}{x'} \qquad (۱)$$

۳- زمینه عملی و ساخت:

این فاصله یاب از چندین بخش مختلف تشکیل و ساخته شده است که بصورت بلوک دیاگرام در شکل (۲) نشان داده شده است.



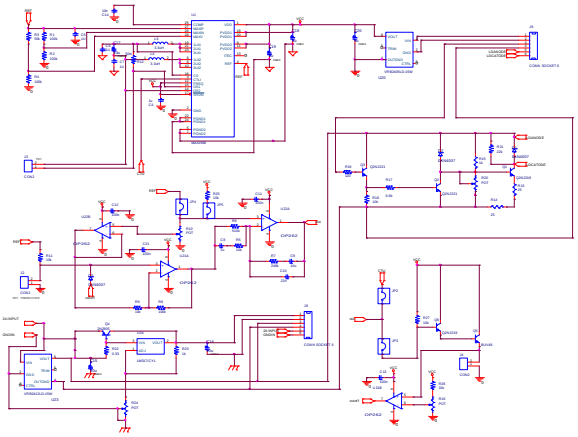
شکل (۲):بلوک دیاگرام فاصله یاب با روش مثلثاتی

۳-۱- بخش فرستنده:

این بخش از یک لیزر دیود۱۰۰میلی وات با طول موج $635\ nm$ به همراه یک ترموالکتریک کولر جهت خنک سازی لیزر دیود و مجموعه مدارهای مربوط به درایو لیزر دیود و مدار کنترل دمای لیزر دیود تشکیل شده است.

در این طرح از یک حسگر NTC، بعنوان حسگر دما استفاده شده است. شماتیک مدار لیزر دیود در شکل (۳) نشان داده شده است.

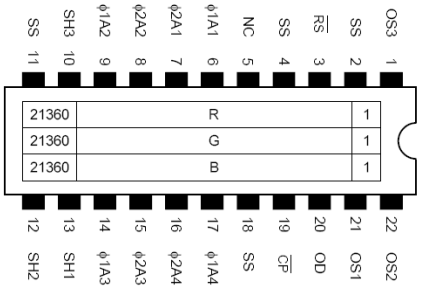
[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-07-28]



شکل (۳): مدار راه اندازی لیزر دیود به همراه مدارخنک ساز

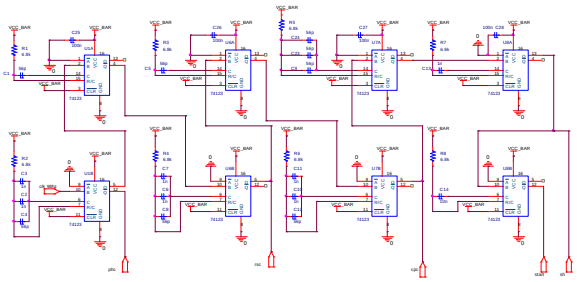
۳-۲- بخش گیرنده:

در این قسمت از یک آرایه *CCD* خطی رنگی (RGB) به شماره فنی TCD2950D ساخت شرکت توشیبا با تعداد 21360 پیکسل در دو خط برای رنگ قرمز بعنوان آشکارساز لیزر استفاده شده است.شکل(۴). که سیگنال خروجی *CCD* پس از تغییر شکل و عبور از طبقهٔ تقویت کننده به بخش پردازش سیگنال داده می شود.در این بخش با توجه به تعداد پیکسل خوانده شده از آرایه *CCD* خطی و منحنی مشخصه بدست آمده برای کالیبراسیون ،فاصله محاسبه ونمایش داده میشود.



شکل (۴): نمائی از پایه های آرایه خطیCCD به شماره فنیTCD2950D

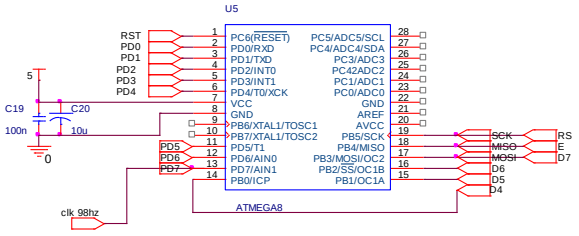
شکل(۵) شماتیک مدار راه انداز آرایه *CCD* خطی را نشان می دهد،که درواقع وظیفه اصلی این مدار تولید سیگنالهای زمانی مورد نیاز مطابق مشخصات فنی سازنده برای راه اندازی آرایه *CCD* خطی است.



شکل (۵): مدار راه انداز آرایه خطیCCD

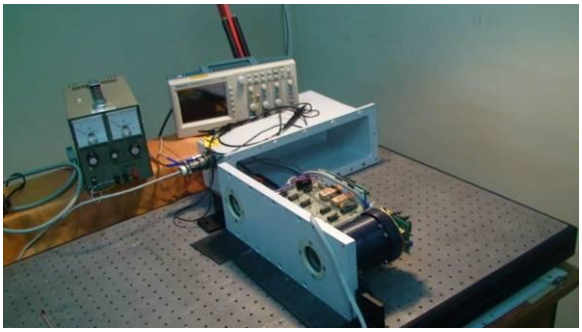
۳-۳- واحد پردازش وکنترل

در قسمت پردازش سیگنال توسط یک تراشه میکروکنترلر *ATmega16* عملیات محاسبه فاصله و نمایش نتیجه بر روی نمایشگر *LCD* انجام شده است. که در شکل (۶) شماتیک مدار پردازش نشان داده شده است.



شکل (۶) : شماتیک مدار پردازش

در شکل (۷) نمائی از فاصله یاب که به صورت نیمه صنعتی ساخته شده،نشان داده شده است.که این سامانه مورد آزمایش قرار گرفته،وصحت عملکرد آن مورد تایید واقع شده است.



شکل (۷) : نمائی از فاصله یاب ساخته شده

۴- آزمایشات ونتایج تجربی:

نتایج اندازه گیری میزان جذر و مد آب دریا در یک محیط تست مجازی مطابق جدول (۱)، با تغییر سطح آب نسبت

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-07-28]

به سامانه از فاصله یک تا ده متر انجام شده است .مقدار خروجی برحسب جابجائی پیکسل ها اندازه گیری شده که پس از کالیبراسیون سامانه به مسافت تبدیل می شود،این اندازه گیری ها برای سه مرتبه تکرار شده است.

جدول(۱): نتایج اندازه گیری فاصله یک تا ده متر

	test 1	test 2	test 3		test 1	test 2	test 3
D(cm)	pixel	pixel	pixel	D(cm)	pixel	pixel	pixel
100	18800	18739	18799	570	4346	4334	4333
110	17250	17209	17195	580	4280	4279	4289
120	15870	15869	15889	590	4229	4226	4229
130	14732	14739	14729	600	4170	4160	4163
140	13750	13770	13753	610	4123	4126	4129
150	12910	12939	12899	620	4100	4069	4065
160	12193	12200	12189	630	4049	4039	4020
170	11536	11543	11530	640	3973	3953	3969
180	10969	10969	10959	650	3929	3913	3949
190	10463	10455	10453	660	3903	3900	3909
200	10000	10000	9989	670	3849	3839	3863
210	9587	9583	9587	680	3829	3819	3829
220	9203	9212	9210	690	3799	3789	3779
230	8869	8852	8857	700	3730	3720	3739
240	8545	8559	8545	710	3699	3719	3699
250	8263	8267	8259	720	3669	3659	3659
260	7989	7997	7986	730	3639	3635	3639
270	7749	7746	7743	740	3595	3610	3589
280	7512	7519	7509	750	3550	3583	3569
290	7309	7309	7303	760	3523	3546	3546
300	7103	7112	7104	770	3459	3512	3523
310	6918	6923	6919	600	4170	4160	4163
320	6759	6749	6743	610	4123	4126	4129
330	6593	6596	6593	620	4100	4069	4065
340	6426	6425	6426	630	4049	4039	4020
350	6270	6279	6273	640	3973	3953	3969
360	6149	6149	6149	650	3929	3913	3949
370	6019	6019	6019	660	3903	3900	3909
380	5899	5903	5895	670	3849	3839	3863
390	5789	5789	5787	780	3492	3485	3499
400	5673	5670	5670	790	3469	3469	3469
410	5569	5567	5569	800	3439	3436	3435
420	5466	5466	5463	810	3406	3409	3398
430	5372	5373	5370	820	3390	3400	3389
440	5279	5279	5276	830	3370	3389	3370
450	5190	5190	5189	840	3333	3333	3353
460	5110	5112	5109	850	3315	3315	3305
470	5025	5025	5031	860	3293	3299	3297
480	4959	4950	4949	870	3283	3285	3273
490	4879	4879	4869	880	3270	3250	3259
500	4795	4800	4796	890	3249	3240	3230
510	4712	4712	4729	900	3232	3220	3215
520	4649	4650	4649	910	3196	3196	3200
530	4593	4590	4590	920	3170	3170	3179
540	4509	4519	4513	930	3140	3155	3140
550	4465	4450	4447	940	3120	3145	3130
560	4410	4396	4399	950	3112	3110	3120

با توجه به جدول(۱) ، مشاهده می شود که خروجی سامانه در سه آزمایش انجام گرفته به خوبی بر روی هم منطبق شده اند،که این بیانگر تکرار پذیری خیلی خوب این سامانه است.از طرفی نتایج حاصله صحت دقت اندازه گیری به میزان cm ۱۰برای این سامانه را مورد تایید کرده است.باتوجه به نتایج بدست آمده و تکرار پذیری خیلی خوب آن جهت کالیبراسیون سامانه منحنی مشخصه از مابین این منحنی ها برازش شده و در واحد پردازش مورد استفاده واقع شده است.

محیط تست مجازی متشکل از یک لوله پولیکا به قطر۳۰ سانتیمتر وطول ۱۲ متر است ،که به صورت عمودی به دیواره ساختمان نصب شده است وسطح آب داخل آن توسط دو عدد شیر برقی جهت شبیه سازی فرایند جذر ومد قابل کنترل است.

شکل(۸):محیط تست مجازی سامانه لیزری

۵- نتیجه‌گیری:

برای اندازه گیری دقیق و بدون تماس میزان جذر ومد آب دریا استفاده از یک مسافت یاب لیزری به روش مثلثاتی راه کار مناسبی است. دقت و تکرارپذیری این سامانه با توجه به نتایج عملی بسیار مطلوب است.

۶- مراجع

[1] Dirk Stobener , "Distance Measurements with Laser Triangulation in not environment " , XVII IMEKO , June 2003,

[2] Rainer G . D. , Gerd Haussler and J . M Herrmann, "Laser triangulation: fundamental uncertainty in distance measurement " Applied Optics , Vol . 33 No . 7, March 1994.

[3] Hoe G . Nguyen , Micheal R . Blackburn , "A simple Method for Range finding via Laser Triangulation" , Technical Document U . S Navy , 1995.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-07-28]