

لطفاً برای صرفه‌جویی در مصرف کاغذ، این دستور کار را به صورت دو رو چاپ کنید.



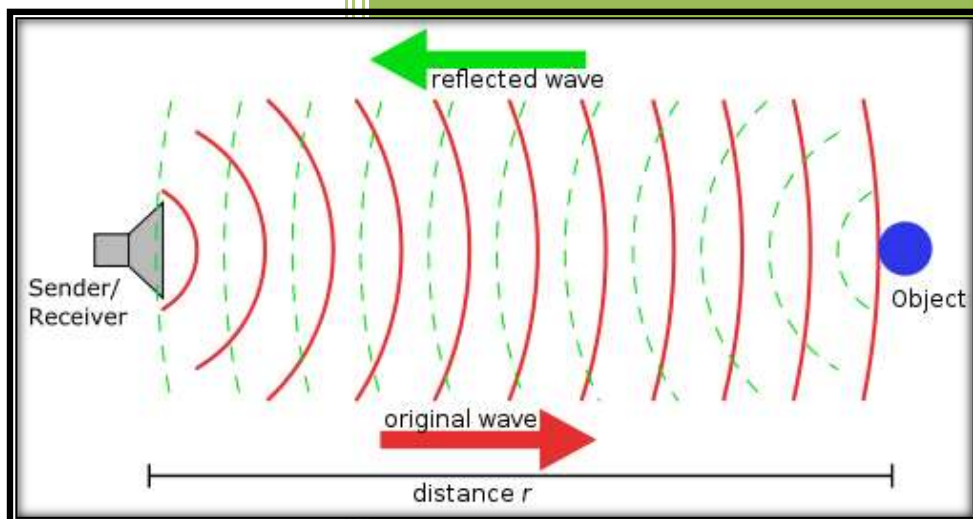
دانشکده فنی مهندسی
گروه کنترل
آزمایشگاه ابزار دقیق

اندازه‌گیری فاصله

تعداد جلسات: ۱

پیش‌نیاز:

- ✓ تایمر AVR
- ✓ وقفه AVR
- ✓ موتور استپر
- ✓ مبدل آنالوگ به دیجیتال



در حسگرهای فراصوت یا آلتراسونیک سیگنال الکتریکی به سیگنال مکانیکی (موج صوتی) و یا برعکس، سیگنال مکانیکی به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌شود. اصول کاری این حسگرها بر مدت زمان رفت و برگشت موج صوتی استوار است، که با داشتن سرعت صوت، تخمین فاصله امکان‌پذیر خواهد بود. در این آزمایش ابتدا کلیاتی از حسگر فراصوت گفته خواهد شد و سپس با استفاده از یک میکروکنترلر AVR و همچنین مدارات فرستنده و گیرنده فراصوت، فاصله حسگر تا مانع به دست خواهد آمد.

فهرست مطالب

۱	فهرست مطالب.....
۲	بخش ۱- مختصری از تئوری.....
۲	۱-۱- معرفی حسگر فراصوت.....
۴	۲-۱- چند نکته در رابطه با حسگر فراصوت.....
۷	۳-۱- معرفی حسگر مادون قرمز.....
۷	۴-۱- روشهای استفاده.....
۷	۱-۴-۱- روش مستقیم.....
۸	۱-۴-۲- روش رفت و برگشت.....
۱۰	بخش ۲- فعالیت آزمایشگاهی.....
۱۰	۱-۲- سنجش فاصله.....

بخش ۱- مختصری از تئوری

برای اندازه‌گیری فاصله حسگرهای متفاوتی ساخته شده‌اند، مهم‌ترین آنها عبارتند از:

- (۱) **حسگر مادون قرمز^۱**: حسگر مادون قرمز یک فرستنده و یک گیرنده دارد. این حسگر به چند روش می‌تواند اندازه‌گیری فاصله انجام دهد. روش اول به زمان پرواز^۲ مشهور است. در این روش با محاسبه زمان رفت و برگشت پالس نوری و داشتن سرعت نور، می‌توان مسافت طی شده را بدست آورد. روش‌های دیگری مبنی بر سنجش شدت نور بازگشتی و اختلاف فاز موج بازگشتی نیز وجود دارند. سنسورهای شارپ از روش محاسبه زاویه بازتاب نور استفاده کرده و خروجی ولتاژی متناسب با فاصله تولید می‌کنند.
- (۲) **حسگر فراصوت^۳**: این حسگر مانند حسگر مادون قرمز از یک فرستنده و یک گیرنده ساخته شده است. قسمت فرستنده یک موج مافوق صوت ایجاد کرده و آن را به سمت مانع ارسال می‌کند. این موج پس از برخورد با مانع به سمت گیرنده باز می‌گردد. با محاسبه زمان رفت و برگشت موج صوتی و در دست داشتن سرعت صوت، فاصله تا جسم تعیین می‌شود.
- (۳) **حسگر خازنی و القایی**: این حسگرها برای اندازه‌گیری فواصل بسیار کوچک استفاده می‌شوند. با تغییر فاصله، ظرفیت خازن و یا ضریب خودالقایی سلف تغییر کرده و حسگر فعال می‌شود.
- (۴) **حسگر مغناطیسی**: این حسگر برای اندازه‌گیری فواصل بسیار کوچک استفاده می‌شود. با نزدیک شدن آهنربا، میدان مغناطیسی باعث ایجاد شار در سنسور شده و خروجی سنسور تغییر می‌کند.

۱-۱- معرفی حسگر فراصوت

در فرستنده حسگرهای فراصوت به وسیله صفحات خاصی مثل پیزوالکتریک، سیگنال الکتریکی را به سیگنال مکانیکی (موج صوتی) تبدیل می‌شود. عکس این عمل نیز در گیرنده انجام می‌پذیرد. اصول کاری این حسگرها بر مدت زمان رفت و برگشت موج صوتی استوار است و با داشتن سرعت صوت، تخمین فاصله امکان‌پذیر خواهد بود. به عبارت دیگر فاصله حسگر تا مانع از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Distance = \frac{(Speed\ of\ Sound) \times (Elapsed\ Time)}{2}$$

شکل ۱ نمونه‌ای از حسگر فرستنده و گیرنده فراصوت می‌باشد.

^۱ Infrared

^۲ Time of Flight

^۳ Ultrasonic



شکل ۱: فرستنده و گیرنده فراصوت

حسگر فراصوت در بخش عقبی برخی خودروها مورد استفاده قرار می‌گیرد تا هنگام نزدیک شدن به موانع به راننده اخطار دهد، نمونه‌ای از این کاربرد در شکل ۲ قابل مشاهده است.



شکل ۲: حسگر کمک‌کننده پارک

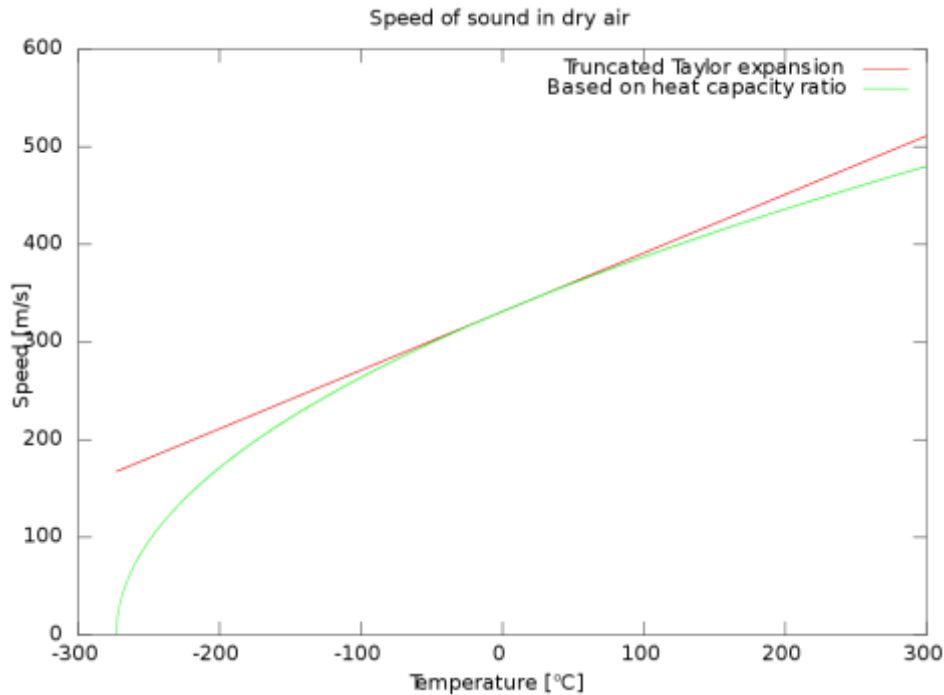
سرعت صوت در هوای خشک (رطوبت نسبی ۰٪) از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$c_{air} = 331.3 \sqrt{1 + \frac{\theta}{273.15}} \quad \frac{m}{s}$$

با بسط تیلور این رابطه در حوالی دمای $0^\circ C$ می‌توان به رابطه تقریبی زیر رسید:

$$c_{air} = 331.3 + 0.6\theta \quad \frac{m}{s}$$

در شکل زیر می‌توان تغییرات سرعت صوت بر حسب تغییر دما را مشاهده کرد:



لذا سرعت صوت در هوای خشک و دمای $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ برابر $343.2\frac{m}{s}$ می‌باشد.

رطوبت و فشار هوا، اثر بسیار اندکی (البته قابل اندازه‌گیری) بر روی سرعت صوت دارند. رطوبت هوا تقریباً 0.1% تا 0.6% سرعت صوت را افزایش می‌دهد.

سرعت صوت در آب خالص و در دمای $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ در حدود $1497\frac{m}{s}$ می‌باشد.

۲-۱- چند نکته در رابطه با حسگر فراصوت

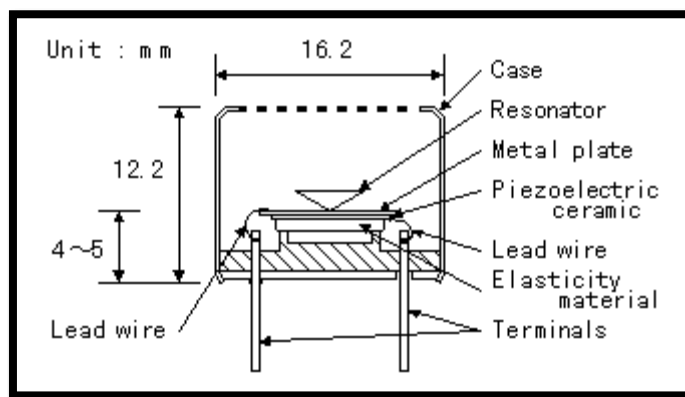
حسگرهای فراصوت بسته به نوع تبدیلی که برای تبدیل سیگنال الکتریکی به موج صوتی استفاده می‌کنند، به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- حسگر فراصوت با مبدل پیزوالکتریک

۲- حسگر فراصوت با مبدل الکترواستاتیک

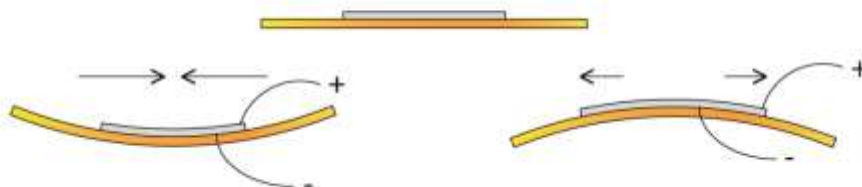
حسگرهای فراصوت با مبدل الکترواستاتیک بسیار دقیق‌تر و البته گران‌تر است. در این آزمایشگاه، حسگرهای فراصوت با مبدل پیزوالکتریک مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در شکل ۳ ساختار داخلی یک حسگر فراصوت با مبدل پیزوالکتریک نشان داده شده است.



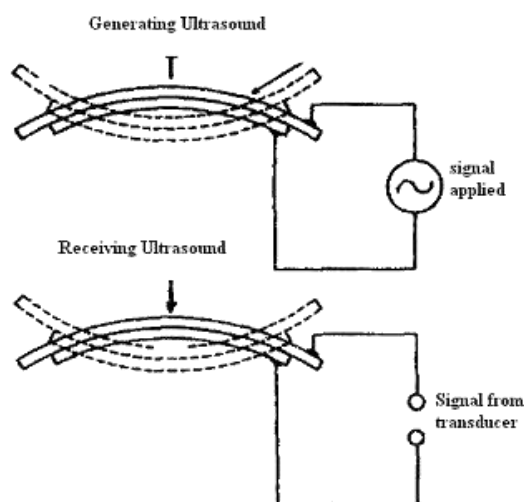
شکل ۳: ساختار داخلی یک حسگر فراصوت

شکل ۴ یک صفحه پیزوالکتریک را نشان می‌دهد.



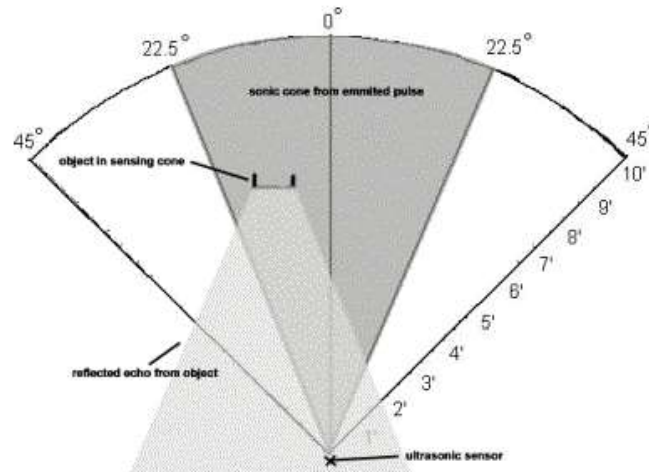
شکل ۴: اساس کار مبدل پیزوالکتریک

این صفحه عمل تبدیل سیگنال الکتریکی به موج صوتی و برعکس را انجام می‌دهد، کافی است از مداری به صورت زیر استفاده شود:



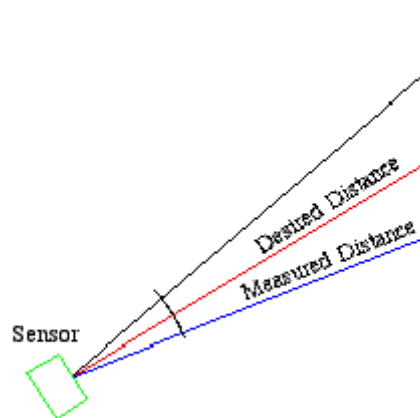
شکل ۵: اساس کار فرستنده و گیرنده فراصوت با مبدل پیزوالکتریک

امواج صوتی به صورت مخروطی از فرستنده خارج می‌شوند و بسته به نوع فرستنده، زوایای این مخروط متفاوت خواهد بود. به عنوان نمونه، در شکل ۶ یک فرستنده فراصوت با زاویه مخروطی 45° آورده شده است.



شکل ۶: زاویه مخروطی یک فرستنده فراصوت

با توجه به شکل ۶ مشاهده می‌شود که سیگنال صوتی فرستاده شده، به هر جسم موجود در داخل این مخروطی برخورد کرده و بازتاب می‌شود. لذا یکی از معایب این حسگر اندازه‌گیری فاصله غیرمستقیم است؛ برای مثال با توجه به شکل زیر، فاصله اندازه‌گیری شده توسط حسگر فراصوت کمتر از فاصله واقعی این حسگر از دیوار خواهد بود.

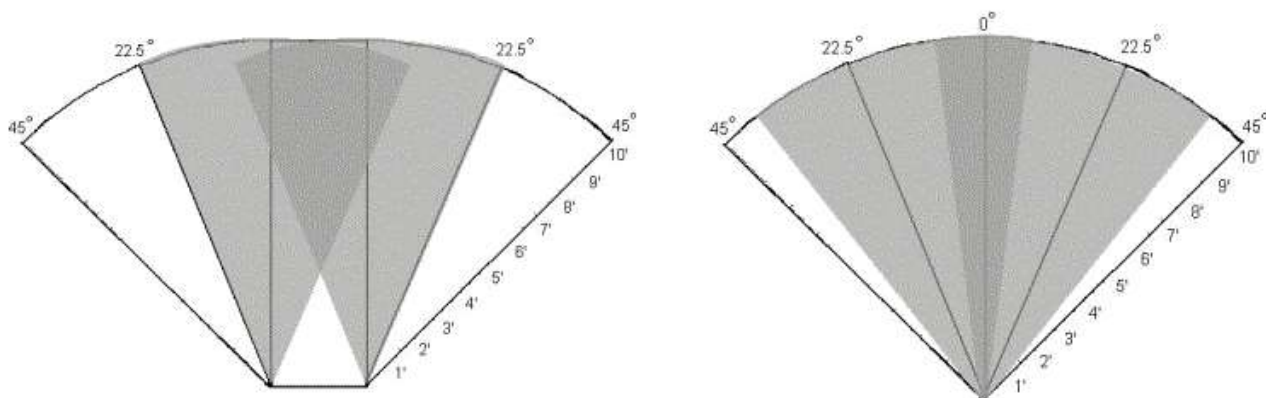


شکل ۷: فاصله اندازه‌گیری شده توسط حسگر فراصوت

برای رفع این مشکل دو راه پیشنهاد می‌شود:

- ۱- استفاده از یک فرستنده دوار: در این حالت، حسگر فراصوت به اندازه یک مقدار معین حول محور معینی می‌چرخد و لذا تنها فاصله اجسامی که در فصل مشترک چرخش واقع شوند، محاسبه می‌شود.
- ۲- استفاده از دو فرستنده در کنار هم: در این حالت، تنها فاصله اجسامی که در فصل مشترک مخروطی‌ها واقع شوند محاسبه می‌شود.

این موضوع در شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل ۸: اندازه‌گیری فاصله مستقیم با حسگر فراصوت

۳-۱- معرفی حسگر مادون قرمز

حسگر مادون قرمز در واقع یک ترانزیستور نوری^۱ است که بیس^۲ آن به نور مادون قرمز حساس بوده و با دریافت نور مادون قرمز روشن می‌شود. نور مادون قرمز به عنوان جریان تحریک بیس ترانزیستور نوری عمل کرده و جریان کلکتور آن را تنظیم می‌کند. با توجه به این که تغییرات جریان کلکتور ترانزیستور نوری نسبت به تغییر فاصله فرستنده تا گیرنده غیرخطی می‌باشد، معمولاً از این حسگر برای کلیدزنی و یا تشخیص عبور یک جسم استفاده می‌کنند.

۴-۱- روش‌های استفاده

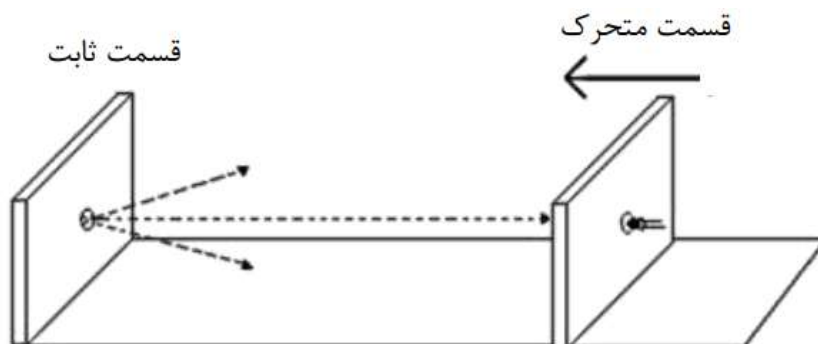
با توجه به شرایط محیطی و عوامل دیگر، دو روش مختلف برای به کار بردن حسگرهای مادون قرمز وجود دارد که در ادامه معرفی می‌شود.

۱-۴-۱- روش مستقیم

در این روش فرستنده و گیرنده مادون قرمز روبروی هم قرار می‌گیرند. عیب این روش استلزام روبرو بودن دقیق دو سنسور است.

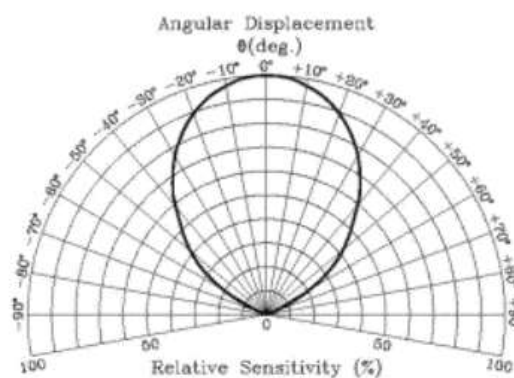
^۱ Photo Transistor

^۲ Base



شکل ۹: فرستنده و گیرنده در روش مستقیم

همانطور که در شکل زیر مشخص است، فرستنده و گیرنده در زاویه صفر بیشترین حساسیت را نسبت به هم دارند.



شکل ۱۰: میزان حساسیت نسبی حسگر مادون قرمز

۲-۴-۱- روش رفت و برگشت

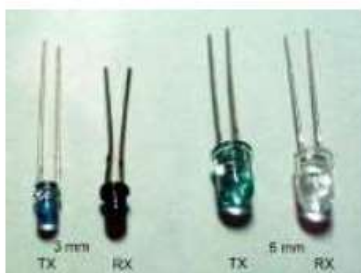
در این روش فرستنده و گیرنده در کنار هم قرار می‌گیرند.



شکل ۱۱: فرستنده و گیرنده در روش رفت و برگشت

اشعه فرستاده شده پس از برخورد با مانع بازگشته و به گیرنده می‌رسد. عیب این روش وابستگی به جنس و سطح مانع است.

در شکل ۱۲ چند نمونه حسگر مادون قرمز نمایش داده شده است. معمولاً حسگر تیره، گیرنده و حسگر روشن، فرستنده می‌باشد.



شکل ۱۲: شکل ظاهری چند حسگر مادون قرمز

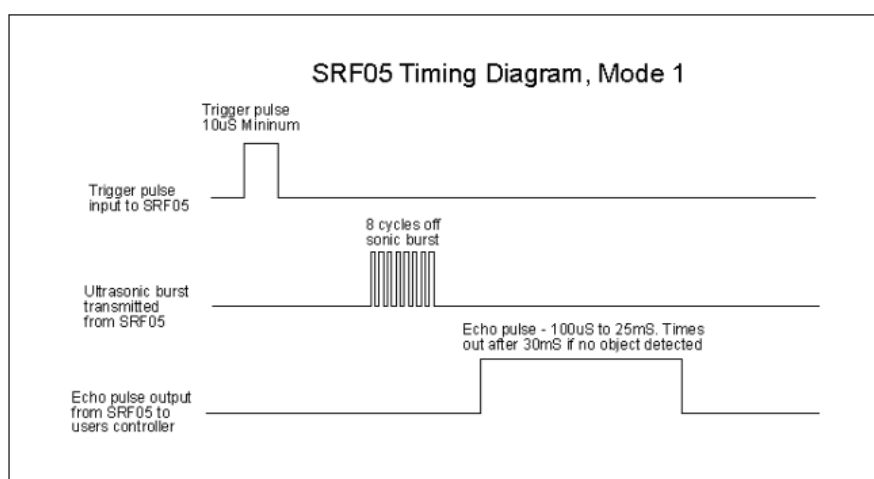
بخش ۲- فعالیت آزمایشگاهی

۲-۱- سنجش فاصله

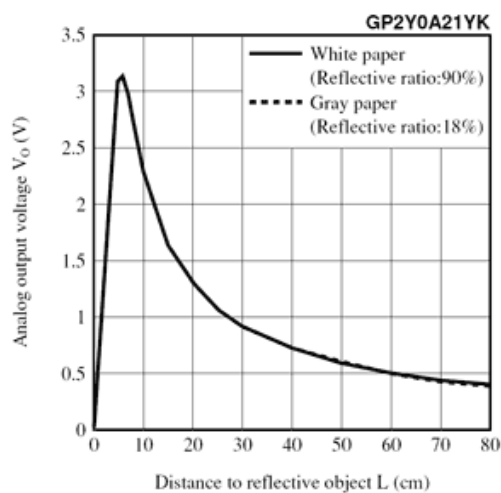
به شکل ماژول‌ها دقت کنید.



پرسش ۱- به منظور استخراج روابط دو سنسور آلتراسونیک و شارپ، به کمک میکروکنترلر، کدی برای قرائت زمان رفت و برگشت سیگنال آلتراسونیک و ولتاژ شارپ بنویسید.
 دیاگرام سیگنال ماژول آلتراسونیک به شکل زیر است.



ولتاژ خروجی ماژول شارپ به شکل زیر است.



پرسش ۲- با تغییر فاصله صفحه جدول زیر را پر کنید.

ولتاژ شارپ V	زمان سونار us	فاصله cm	ولتاژ شارپ V	زمان سونار us	فاصله cm
		۳۳			۱۵
		۳۵			۱۷
		۳۷			۲۱
		۳۹			۲۳
		۴۱			۲۵
		۴۳			۲۷
		۴۵			۲۹
					۳۱

پرسش ۳- به کمک جعبه ابزار cftool متلب نمودار خطی مرتبه اول بر روی داده سونار برازش کنید. شیب خط نمودار فاصله بر حسب زمان بیانگر چیست؟ عرض از مبدا نمودار زمان بر حسب فاصله بیانگر چیست؟

پرسش ۴- به کمک جعبه ابزار cftool متلب نمودار نمایی مرتبه دوم بر روی داده شارپ برازش کنید.

پرسش ۵- به کمک فاصله بدست آمده و موتور استپر، حلقه کنترلی برای حرکت دائم بین فاصله ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متری سنسورها بنویسید.

پرسش ۶- با بررسی رفتار سنسورهای Reed Relay و خازنی و سلفی نحوه کار آنها را توضیح دهید.

پرسش ۷- با بررسی رفتار سنسور اثر هال، روشی برای بدست آوردن موقعیت توسط این سنسور ارائه دهید.