

آزمایش ۹

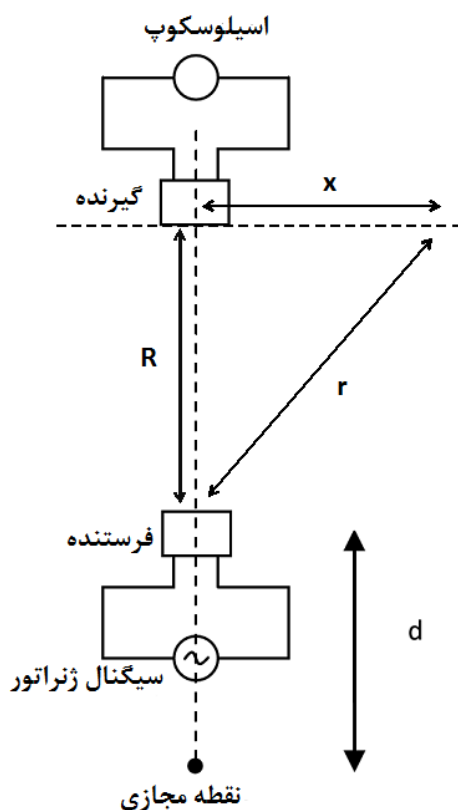
تداخل امواج اولتراسونیک

هدف آزمایش:

- به دست آوردن مشخصات فرستنده و گیرنده اولتراسوند
- بررسی طرح تداخلی امواج صوتی

آزمایش:

موج اولتراسونیک موج طولی و مکانیکی است. فرکانس این امواج در محدوده ۳۵ تا ۴۰ کیلوهرتز است و برای انسان قابل شنیدن نیست. فرستنده اولتراسوند^۱ فرستنده‌ای است که با اتصال به سیگنال ژنراتور^۲، موجی با همان فرکانس تولید



تولید می‌کند. همچنین اگر گیرنده را به اسیلوسکوپ وصل کنیم، ولتاژ آن را که با شدت صوت اولتراسونیک دریافتی رابطه دارد، اندازه می‌گیریم.

در این آزمایش با قرار دادن دو منبع در کنار هم طرح تداخلی ایجاد می‌شود. با استفاده از یک آشکارساز و حرکت آن روی یک ریل مدرج و اندازه گیری دامنه‌ی خروجی آن، می‌توانیم طرح تداخلی را به دست آوریم.

برای بررسی دقیق‌تر طرح تداخلی ابتدا لازم است که مشخصات فرستنده و گیرنده را با آزمایشی به دست آوریم. برای این کار بایستی فرکانسی که در آن بازدهی منبع اولتراسونیک بیشینه است را بیابیم. ابتدا فرکانس سیگنال ژنراتور را روی ۴۰ کیلوهرتز قرار داده و با قرار دادن گیرنده دقیقاً در فاصله ۲۵ سانتی متری مقابل فرستنده، سیگنال دریافتی را روی اسیلوسکوپ ببینید. سپس با عوض کردن فرکانس سیگنال ژنراتور، سعی کنید دامنه موج را در اسیلوسکوپ بیشینه کنید.

فرکانس و دامنه‌ی خوانده شده را در جدول ۱ یادداشت کنید.

حال فرض می‌کنیم منبع اولتراسوند مثل یک نقطه عمل کند که تابع

شکل ۱- نحوه چیدمان دستگاه‌ها برای بدست آوردن فاصله نقطه‌ی مجازی

^۱ ultra-sound

^۲ signal generator

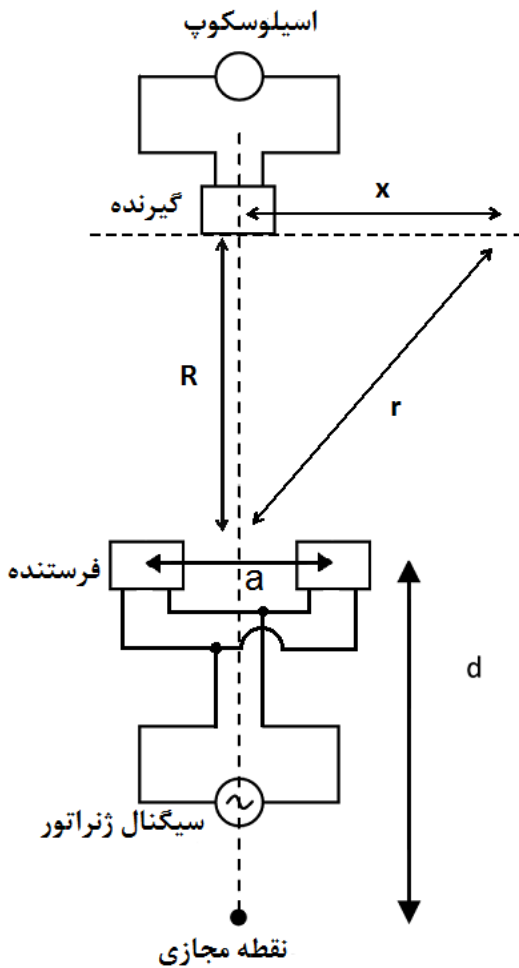
شدت آن در فواصل و زوایای مختلف به فرم $i = F(\rho)G(\theta)$ باشد. در این رابطه ρ فاصله از منبع نقطه‌ای و θ زاویه‌ی مختصات کروی با مبدأ نقطه‌ی فرستنده است. این مدل تا حد قابل قبولی با واقعیت تطابق دارد. اما مسئله اینجاست که اولتراسوند به دلیل وجود یک آینه مقعر در داخل آن از یک نقطه‌ی مجازی در فاصله d پشت آن تابش می‌کند. برای به دست آوردن d ، از نمودار شدت تابش (i) بر حسب فاصله (r) استفاده می‌کنیم. با توجه به روابط زیر، d قابل محاسبه است.

$$x \ll r \Rightarrow \theta \approx \frac{x}{r+d} \xrightarrow{x \ll r} i \approx F(r+d)G\left(\frac{x}{r+d}\right)$$

$$\begin{cases} i_{\theta=0} \approx F(r+d)G(0) \\ i_{\theta=0} = F(r+d)G\left(\frac{x_1}{r+d}\right) \end{cases} \Rightarrow 2 = \frac{G(0)}{G\left(\frac{x_1}{r+d}\right)} \Rightarrow \frac{x_1}{r+d} = cte$$

$$\Rightarrow x_1 = A(r+d) = Ar + B$$

$$\Rightarrow d = \frac{B}{A}$$



در این روابط، فرض شده $R+d \approx r+d$ و منظور از x_1 ، فاصله‌ای است که در آن شدت انرژی در گیرنده، نصف مقدار آن روی محور اصلی باشد. اکنون اولتراسوند فرستنده را روی میز، به صورت ثابت قرار دهید. به ازای مقادیر مختلف فاصله گیرنده از فرستنده (R)، گیرنده را در امتداد عمود بر محور اصلی، یعنی راستای x ، حرکت دهید (شکل ۱) و ولتاژ گیرنده را در حالی که ولتاژ فرستنده در طول آزمایش ثابت است، به ازای x های مختلف در جدول ۲ تا ۵ یادداشت کنید.

توجه داشته باشید که بازه‌ی اندازه‌گیری x ، برای R های مختلف، می‌تواند متفاوت باشد.

اکنون با مشخص کردن x_1 برای R های مختلف از جداول ۲ تا ۵، نمودار x_1 را بر حسب R های مختلف در نمودار ۱، رسم کرده و با مشخص کردن ضرایب شیب و عرض از مبدا، مقادیر A و B را به دست آورده و مقدار d را محاسبه کنید.

در انتها نمودار i را بر حسب r ، در نمودار ۲ رسم کنید و با فرض $i = Ar^n$ ، n را به دست آورید.

شکل ۲- نحوه چیدمان دستگاه‌ها برای بدست آوردن طرح تداخلی امواج اولتراسوند

حال که مشخصات منبع را یافتید، به بررسی طرح تداخلی می‌پردازیم. برای این کار ابتدا هر دو فرستنده را به صورت موازی با یکدیگر به سیگنال ژنراتور وصل کنید (شکل ۲). سپس به ازای $R=45\text{ cm}$ ، با تغییر x ، دامنه‌ی موج خروجی از گیرنده را در جدول‌های ۶ الف و ب یادداشت کنید.

توجه کنید که، x ها می‌توانند مثبت و یا منفی باشند که بستگی به انتخاب جهت مثبت توسط شما دارد. به همین علت، برای تفکیک این دو، از دو جدول به صورت جداگانه استفاده کنید.

با نوشتن رابطه برای مرتبه‌های تداخل سازنده و مخرب مربوط به آزمایش تداخل یانگ، و سپس رسم نمودار $\text{Sin}(\theta)$ بر حسب مرتبه تداخل سازنده (m) در نمودار ۳، نسبت $\frac{\lambda}{a}$ را به دست آورده و از آنجا سرعت امواج اولتراسوند را بیابید. دقت کنید که با توجه به داده‌های شما، m و همچنین $\text{Sin}(\theta)$ می‌تواند مثبت و یا منفی باشد.