طراحی ابزارهای صداسنجی در بهداشت حرفه ای با استفاده از نرم افزار لب ویو (Labview)

فرهاد فروهر مجد [۱]، زهرا محمدی [۲]، معصومه احمدوند [۳]، فرشاد فروهرمجد [۴]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: یکی از عوامل زیان آور در بهداشت حرفه‌ای، مواجهه با صدا و ارتعاش می‌باشد. کنترل بهتر این عامل، مستلزم‌نرم افزاری است که با کنترل لحظه به لحظه از افزایش مخاطرات جلوگیری کند. لذا این پژوهش با هدف راه‌اندازی چنین سیستمی توسط نرم‌افزار labview (لب ویو) به منظور پایش لحظه‌ای صدا انجام گردید.

روش‌ها: این مطالعه از نوع تجربی است که توسط نرم افزار لب ویو، میکروفون و کارت تحلیل صدا انجام شد. اطلاعات به صورت فشار صدا از طریق میکروفون جمع‌آوری گردید و توسط کارت تحلیل صدا پردازش شد. سپس نتایج به صورت گراف یا پلات نمایش داده شد.

یافته‌ها: این نرم‌افزار شامل پانل جلو و پانل عقب می‌باشد که از این طریق می‌توان اطلاعاتی مانند شبکه توزین فرکانسی و سرعت پاسخ نرم‌افزار را مشخص نمود. پس از ورود اطلاعات، اندازه‌گیری دامنه و تراز فشار صوت، آنالیز طیفی، تراکم توان صوت و سایر مشخصات صدا امکان‌پذیر بود.

نتیجه‌گیری: از قابلیت‌های برنامه labview در بخش صدا می‌توان به اندازه‌گیری، آنالیز فرکانس و کنترل صوت اشاره نمود که در واقع مانند تراز سنج صوت یا آنالیزور صدا عمل می‌نماید. با توجه به قابلیت‌های ذکر شده، می‌توان از این نرم‌افزار در جهت آنالیز و پردازش صدا و ارتعاش به صورت یک سیستم مانیتورینگ استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: نرم افزار لب ویو، دامنه صوت، طیف صوت، شبکه توزین فرکانس

ارجاع: فروهر مجد فرهاد، محمدی زهرا، احمدوند معصومه، فروهرمجد فرشاد. **طراحی ابزارهای صداسنجی در بهداشت حرفه‌ای با استفاده از نرم افزار لب ویو(Labview).** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۴؛ ۱۱(۳): ۵۶۳-۵۵۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۲۰ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۷**

۱. استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسؤول)

Email: mohammadi8516@yahoo.com

۳. کارشناس مهندسی بهداشت حرفه ای، شرکت فارس شناسی، اصفهان، ایران

۴. کارشناس مهندسی بهداشت محیط، شرکت لوله و پروفیل سپاهان اصفهان، ایران

مقدمه

امروزه پیشرفت تکنولوژی و افزایش صنایع تولیدی منجر به ایجاد منابع آلاینده صدا در محیط‌های شغلی گردیده و آن نیز سبب افزایش مواجهه افراد با سر و صدا می‌شود. عوامل زیان‌آور فیزیکی از جمله مواجهه با صدا و ارتعاشات سبب شیوع بیماری‌هایی از قبیل افت شنوایی، بیماری‌های قلبی و عروقی، افزایش فشار خون، افزایش تنفس و صدمه به مفاصل می‌گردند. لذا همواره بایستی این عوامل پایش و کنترل شوند تا از مواجهه بیش از اندازه کارگران با آن‌ها جلوگیری نمود. به منظور اندازه‌گیری صدا یا ارتعاشات در محیط کار از ابزار مخصوص یعنی صداسنج و ارتعاش‌سنج استفاده می‌شود و از طریق پی‌بردن به میزان صدا و در نهایت اقدامات کنترلی، می‌توان تا حدودی به پیشگیری از صدمات گفته شده کمک کرد. اما برای کنترل بهتر عوامل زیان‌آور نیازمند پایش قوی‌تر

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-09-03]

و کارآمد هستیم تا بتوان از افزایش بیش از حد و فراتر رفتن از حدود تعریف شده این عوامل حتی به صورت لحظه‌ای جلوگیری نمود. این نوع پایش با استفاده از صداسنج امکان‌پذیر نبوده و لازمه انجام آن تعریف سیستم نرم‌افزاری و سخت‌افزاری می‌باشد که از لحظات مواجهه کارگر با صدا یا ارتعاش نمونه‌برداری کرده و در صورت بالا رفتن آن‌ها از حدود تعریف شده شرایط را تغییر یا حتی المقدور نسبت به اعلام آن افراد را آگاه نموده و بتوان تغییرات لازم را در کاهش دادن میزان مواجهه ایجاد نمود (۱-۳).

نرم افزار Labview (یا Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) یک زبان برنامه نویسی گرافیکی است که در موارد مختلفی از قبیل صنعت،آموزش و تحقیقات آزمایشگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع لب ویو به عنوان یک مدل استاندارد برای جمع‌آوری و پردازش داده‌ها و هم‌چنین وسیله‌ای جهت کنترل و شبیه‌سازی ابزارهای مجازی در نظر گرفته شده است. این برنامه، نرم‌افزاری قدرتمند و قابل انعطاف جهت تجزیه و تحلیل سیستم‌های اندازه‌گیری می‌باشد (۵-۴).

عملکرد نرم افزار Labview کاملا از طبیعت ترتیبی و زنجیره‌ای موجود در زبان‌های برنامه‌نویسی متنی مجزا است و یک محیط گرافیکی را برای کاربر فراهم ساخته است. در این راه از تمامی ابزارهای لازم جهت جمع‌آوری، پردازش و تحلیل داده‌ها و نمایش نتایج استفاده می‌شود. این نرم‌افزار برای موارد بی‌شماری از کاربردهای علمی و مهندسی، ایده آل و عملی است و کمک می‌کند تا مسائل و مشکلات موجود در برنامه‌نویسی در مدت زمان کوتاهی حل گردد (۵).

لب ویو تحولی اساسی و نوین در شیوه‌های زبان‌های برنامه‌نویسی ایجاد کرده است. برنامه‌نویسان بدون نوشتن هیچ کدی، برنامه‌های قدرتمندی را تنها با ابزارهای گرافیکی موجود در برنامه ایجاد می‌کنند. روش کار به این صورت است که تنها اشیاء را از پالت‌های control و functions برداشته و در پنجره front panel قرار می‌دهیم و سپس به وسیله سیم‌کشی‌های صحیح آن‌ها را به یکدیگر متصل می‌کنیم. لب ویو یک زبان برنامه‌نویسی همه منظوره بوده و با آن می‌توان کارهای برنامه‌نویسی شبکه، پایگاه داده، ورودی و خروجی فایل و غیره را انجام داد. اما اوج قدرتLabview در کار با پورت‌های سریال و موازی و مدارهای واسط کامپیوتری، عمل کنترل و اتوماسیون و پردازش داده‌ها است. در Labview، یک واسط کاربری به نام front panelساخته می‌شود که این واسط شامل ابزارهای کنترلی (مثل کلیدها) و یا ابزارهای نمایشی (مثل درجه‌ها-گراف‌ها-نمایشگرها) می‌باشد (۴). هم‌چنین با نصب کردن Toolkitهایی هم‌چون کنترل زمان وقوع (Real time) (۶) ، برنامه قابلیت‌های زیادی در زمینه رباتیک، الکترونیک، مهندسی پزشکی و تجزیه و تحلیل سیگنال‌های ارتعاشی یا صوتی پیدا می‌کند.

همان‌گونه که گفته شد، پایش صدا و ارتعاش مستلزم تعریف برنامه نرم‌افزاری است که با استفاده از بخش‌های سخت‌افزاری هم‌چون میکروفون و کارت تحلیل صدا اطلاعات محیطی را مورد ملاحظه قرار داده و با کنترل لحظه به لحظه تغییرات تراز صدا از افزایش مخاطرات جلوگیری کند. با توجه به کاربردهای ذکر شده از نرم‌افزارlabview و هزینه‌های خرید صدا سنج یا اندازه‌گیری صدا و هم‌چنین عدم دسترسی به اطلاعات قبل یا پس از مواجهه، این پژوهش با هدف راه‌اندازی چنین سیستمی با استفاده از نرم‌افزار labview به منظور پایش لحظه‌ای صدا انجام گردید.

روش‌ها

این مطالعه از نوع تجربی است که با استفاده از نرم‌افزار لب ویو و قطعات سخت‌افزاری هم‌چون میکروفون‌ها و کارت تحلیل صدا (۷) انجام گردید. اطلاعات محیط به صورت فشار صوت از طریق میکروفون گرفته شد و سپس با کمک کارت تحلیل صدا مورد پردازش قرار گرفت. این اطلاعات در مرحله بعدی جهت ارزیابی به صورت گراف یا پلات با استفاده از نرم‌افزار لب ویو نمایش داده شد.

ابتدا به منظور امکان‌سنجی و تعیین اعتبار استفاده از نرم افزار، صدا در شرایط واقعی تولید و سپس میزان آن به طور همزمان توسط صداسنج و نرم‌افزار اندازه‌گیری شد. به همین منظور از

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-09-03]

وسایلی شامل صداسنج مدل ۲۲۳۱ و آنالیزور مدل ۱۶۲۵ از شرکت Brüel & Kjær، یک میکروفن یک دوم اینچ، بلندگو با توان ۳ وات جهت خروج صدا، یک سیستم آنالیز فرکانس دیجیتالی محصول شرکت BSWA کشور چین، نرم‌افزار لب ویو و سیستم کامپیوتر استفاده گردید. ابتدا با استفاده از تولیدکننده صوت در نرم‌افزار و بلندگو صدای مورد نیاز تولید گردید. سپس صداسنج و میکروفن هر دو در یک موقعیت و فاصله مشخص از بلندگو قرار داده شد و اندازه‌گیری در شبکه وزنی **A** و موقعیت Fast در محدوده فرکانسی ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز و به صورت یک سوم اکتاوباند به طور همزمان انجام شد. سپس مقادیر شدت صوت در هر دو با یکدیگر مقایسه گردید. با توجه به توزیع نرمال مقادیر صدای اندازه‌گیری شده توسط نرم‌افزار و صداسنج، مقایسه به صورت ضریب همبستگی پیرسون و آزمون آماری T-test انجام شد. جهت تجزیه تحلیل آماری نیز از نرم افزار spss20 استفاده گردید.

نرم افزار لب ویو دارای ابزارهای (Toolkits) مختلفی هم‌چون ابزار صدا و ارتعاش می‌باشد. به منظور کار با این برنامه باید از بلوک‌های تعبیه شده استفاده نمود. به طور مثال برای اندازه‌گیری یک نمونه صدای کم فرکانس بایستی بلوک ورودی را انتخاب و یک بلوک میکروفون را در صفحه نمایش قرار داد. برای نمایش صدای نمونه‌برداری شده بایستی از بلوک‌های بخش خروجی یک گراف موج را انتخاب نمود (۸). هم‌چنین می‌توان یک بلوک بلندگو را نیز جهت پخش همزمان صدا با نمایش موج استفاده کرد.

برای شبیه‌سازی کامل سیستم پایش صدا، روش کار در سه بخش مجزا انجام شد:

بخش اول شامل تهیه و جمع‌آوری داده‌های صوتی از محیط یا ماشین‌آلات بود. نمونه‌برداری صدا در محدوده فرکانس‌های شنوایی یعنی ۱۶ تا ۲۰۰۰۰ هرتز بود و زمان و سرعت نمونه‌برداری نیز تعریف گردید. به طور مثال در هر ثانیه ۸۰۰۰ نمونه گرفته می‌شود و در هر ثانیه ۸۰۰۰ نمونه نمایش داده شود. به طور کلی برای صداهای یکنواخت می‌توان از نمونه‌برداری با سرعت پایین‌تری استفاده نمود. برای نمونه‌برداری با سرعت بالا نیازمند بالا بودن توانایی بخش‌های سخت‌افزاری هم‌چون میکروفون و کارت تحلیل صدا خواهیم بود. در این بخش امواج صوتی به صورت فشار صوت و بر حسب پاسکال در فرکانس‌های مختلف توسط میکروفن جمع‌آوری گردید و سپس به کارت تجزیه تحلیل صدا منتقل شد.

بخش دوم شامل سخت‌افزار تجزیه و تحلیل صدا می‌باشد. بدین صورت که اطلاعات صوتی جمع‌آوری شده که در مرحله قبل به کارت تجزیه تحلیل صوتی منتقل شد، در این مرحله توسط کارت مورد پردازش قرار گرفت و بسته به دستورات نرم‌افزاری تعریف شده، این اطلاعات طبقه‌بندی و سپس به بخش خروجی ارجاع داده شد. کارت تحلیل صدا هسته اصلی پردازش سیگنال‌های صوتی است و مشخصات صدای نمونه‌برداری شده را بر حسب فرکانس یا در زمان به صورت فشار به بخش گرافیکی نرم‌افزار برای نمایش انتقال می‌دهد. هم‌چنین در این بخش با استفاده از امکانات شبیه‌سازی نرم‌افزار می‌توان یک موج صوتی مشابه با صدای محیطی را تولید نمود. این حالت در روش کنترل اکتیو صدا مورد استفاده می‌باشد. بدین صورت که صدایی با دامنه مشابه و اختلاف فاز مؤثر با صدای منبع در محیط، توسط نرم‌افزار تولید شده و به بلندگو منتقل می‌شود تا با ترکیب با صدای منبع سبب کاهش صدا گردد.

بخش سوم نمایش خروجی کارت تحلیل صدا به صورت نویز یا نمودار است. در این مرحله اطلاعات گرفته شده از میکروفون پس از پردازش به صورت لگاریتمی و بر حسب واحد شناخته شده صداسنجی یعنی دسی بل در محدوده فرکانس‌های شنوایی نمایش داده شد. برای نمایش اطلاعات از پهنای باندهای متفاوت یک، یک دوم یا یک سوم استفاده گردید. در پهنای باند یک اکتاو فرکانس‌هایی را مورد تحلیل قرار می‌دهیم که فرکانس بالایی دو برابر فرکانس پایینی باشد. در این بخش باندهایی با پهنایی کمتر مانند یک سوم را برای تفسیر تعداد بیشتری از فرکانس‌ها استفاده نمودیم.

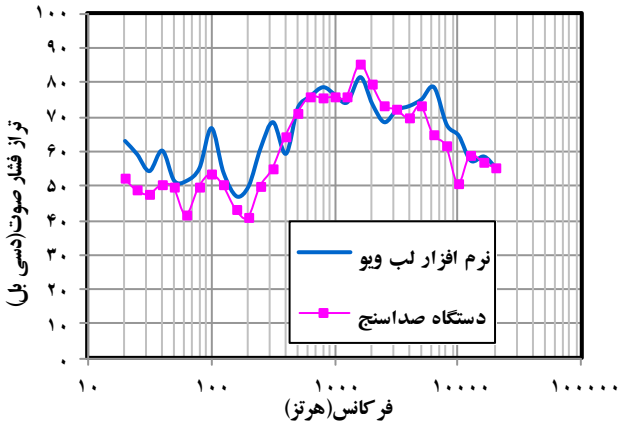
یافته‌ها

Labview نرم‌افزاری مناسب در جهت اندازه‌گیری و کنترل سیستم‌های موجود در محیط کار بوده که به مهندسین و محققین کمک می‌کند تا با یکپارچه سازی ابزارهای مورد نیاز،

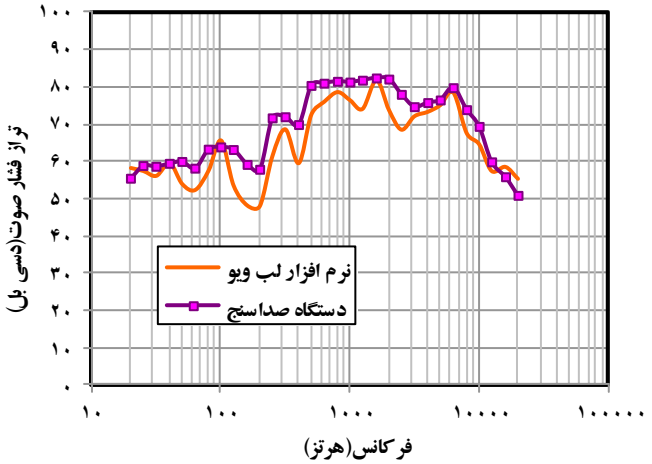
[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-09-03]

بتوانند طیف وسیعی از برنامه‌های کاربردی را در زمان کمی ایجاد نمایند. رویکرد گرافیکی برنامه این امکان را می‌دهد که افراد غیر برنامه‌نویس نیز از طریق آشنایی با تجهیزات آزمایشگاهی خود، بتوانند از کاربردهای برنامه استفاده نمایند (۵-۴).

شکل ۱ و ۲ نتایج اعتبارسنجی و تأئید کارایی نرم‌افزار را نشان می‌دهند. بر اساس نتایج، اندازه‌گیری تراز فشار صوت توسط دستگاه صداسنج و اندازه‌گیری به وسیله نرم‌افزار در شبکه وزنی A با ضریب همبستگی ۰/۸۹ (P<۰/۰۰۱) دارای رابطه مستقیم می‌باشند. همچنین بین نتایج اندازه‌گیری توسط نرم‌افزار و شبکه C نیز با ضریب همبستگی ۰/۹۱ (P<۰/۰۰۱) ارتباط مستقیم وجود دارد. به علاوه، طبق آزمون T-test مشخص گردید که بین میانگین تراز فشار صوت اندازه‌گیری شده توسط صداسنج و نرم‌افزار در شبکه وزنی A اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P= ۰/۱۷). این نتیجه در شبکه وزنی C نیز مشاهده گردید (P= ۰/۱) (جداول ۱ و ۲).



شکل ۱. مقایسه تراز فشار صوت اندازه‌گیری شده توسط نرم‌افزار و صداسنج در شبکه A



شکل ۲. مقایسه تراز فشار صوت اندازه‌گیری شده توسط نرم‌افزار و صداسنج در شبکهC

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-09-03]

جدول ۱. ارتباط میانگین تراز فشار صوت اندازه‌گیری شده توسط صداسنج و نرم‌افزار در شبکه A

ویژگی آماری وسیله اندازه‌گیری	میانگین و انحراف معیار	سطح معنی‌دار
صداسنج	۶۰/۵۵ ± ۱۲/۶۵	۰/۱۷
نرم افزار	۶۴/۵۳ ± ۹/۸۱	
جمع کل	۱۲۵/۰۸ ± ۴۰/۴	

جدول ۲. ارتباط میانگین تراز فشار صوت اندازه گیری شده توسط صداسنج و نرم افزار در شبکه C

ویژگی آماری وسیله اندازه گیری	میانگین و انحراف معیار	سطح معنی دار
صداسنج	۶۹/۰۴ ± ۱۰/۰۷	۰/۱
نرم افزار	۶۴/۴۳ ± ۹/۷۷	
جمع کل	۱۳۳/۴۷ ± ۱۹/۸۴	

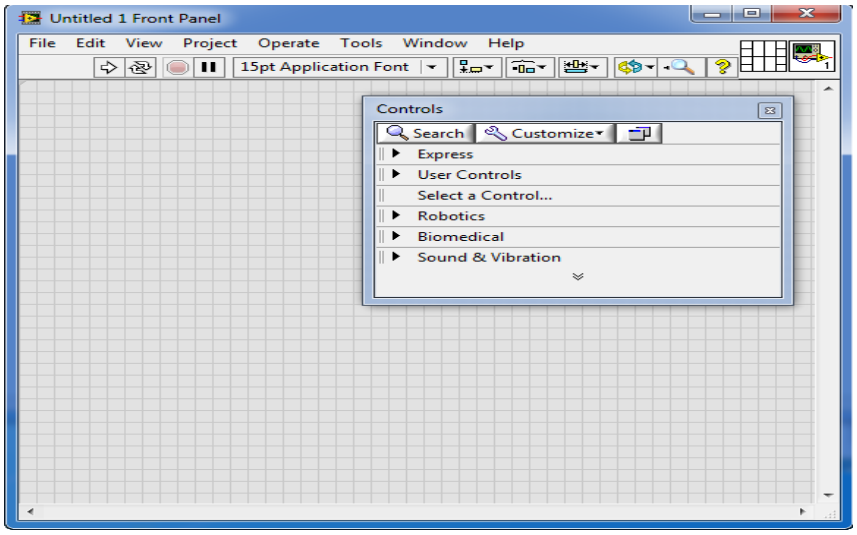
هر یک از زیر گروه‌های اصلی این برنامه یک "ابزار مجازی" نامیده می‌شوند که هر کدام در بخش‌های مختلف مانند صنعت، پزشکی، محیط آزمایشگاهی و غیره کاربرد دارند.

هر ابزار مجازی از دو جز تشکیل شده است:

- پانل جلو (front panel)
- پانل عقب یا نمودار بلوک‌بندی شده (block diagram)

پانل جلو (front panel):

پانل جلو به عنوان رابط کاربر بوده که از ابزارهای کنترلی و نمایشی تشکیل شده است. ابزارهای کنترلی به ما این امکان را می‌دهند تا اطلاعات و ورودی‌های مورد نیاز مربوط به هدف انجام کار را به برنامه عرضه نماییم. ابزارهای نمایشی نیز به منظور نشان دادن خروجی و نتایج انجام کار بوده که نتایج را بسته به ورودی، نمایش می‌دهند (شکل ۳).

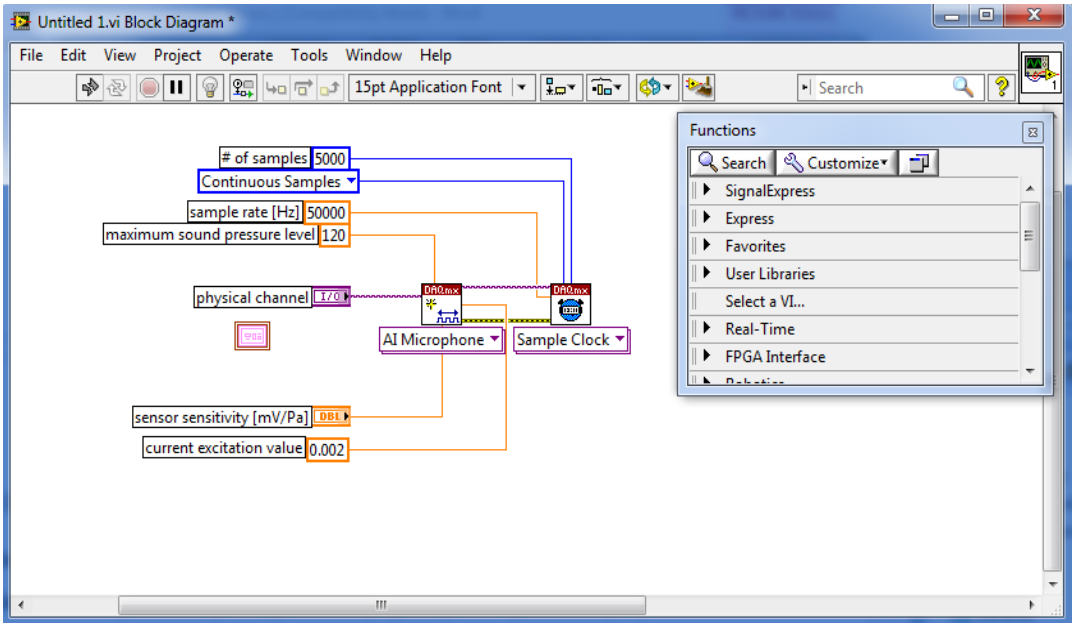


شکل۳. پانل جلو (front panel)

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-09-03]

پانل عقب (block diagram):

پانل عقب یا نمودار بلوک‌بندی شده، شامل کد منابع گرافیکی و توابع می‌باشد. اشیای قرار داده شده در این صفحه به صورت بلوک‌هایی بوده که بسته به هدف ما قرار داده می‌شوند. این اشیا توسط خطوط مستقیم به هم متصل شده و ساختار اصلی انجام کار را تشکیل می‌دهند. توابع موجود در این صفحه نیز داخل پانل توابع قرار گرفته و عملیات کنترل و عرضه‌ی داده‌های ورودی را به ابزارهای نمایشی بر عهده دارند (شکل ۴).



شکل۴. پانل عقب یا نمودار بلوک بندی شده (block diagram)

در واقع پانل جلو ظاهر و شمای کلی نرم‌افزار را شبیه‌سازی می‌کند و در قسمت نمودار بلوکی می‌توان نحوه‌ی ارتباط بخش‌ها و اشیای موجود در پانل جلویی را مشخص نمود.

برای شروع کار پس از باز نمودن برنامه، اقدام به ساخت یک فایل جدید نمودیم. در این حالت دو پنجره‌ی پانل جلو و پانل عقب یا نمودار بلوک ظاهر شد. ابتدا در پانل جلو توسط گزینه‌ی show control panel کلیه موارد مربوط به ظاهر دستگاه نشان داده شد. بنابراین بسته به هدف انجام کار از این قسمت اشیا و موارد مورد نیاز را انتخاب نمودیم. در این حالت همه اشیای پانل جلویی به شکل بلوک در پانل عقب ظاهر گردید. سپس بلوک‌ها را توسط سیم‌کشی‌های صحیح به هم متصل نمودیم. داده‌ها و اطلاعات وارد شده توسط نمودار بلوک‌بندی شده به کدهای ماشینی تبدیل شدند. پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط کارت صدا، توابع موجود در پانل عقب نتایج را به ابزارهای نمایشی موجود در پانل جلو عرضه نمود. در نهایت نتایج توسط ابزارهای نمایشی نشان داده شد.

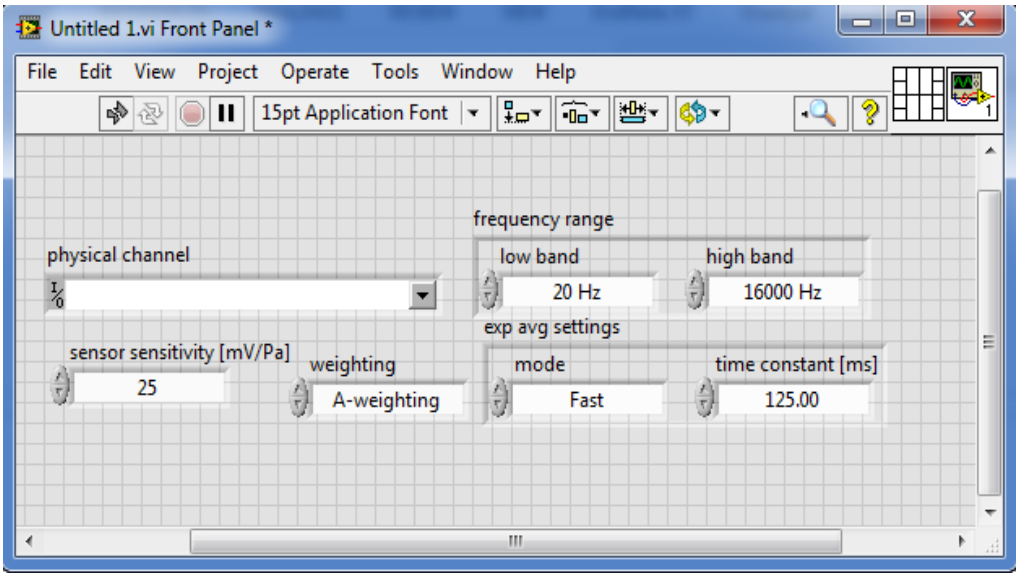
امواج صوتی، شکلی از امواج مکانیکی طولی هستند که عموما در هوا منتشر می‌شوند و در برخورد با گوش انسان احساس شنیدن را ایجاد می‌کنند. محدوده فرکانس قابل درک انسان بین ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز است (۹). از قابلیت‌های برنامه labview در بخش صدا می‌توان به اندازه‌گیری، آنالیز فرکانس و کنترل صوت اشاره نمود. در واقع توسط این نرم‌افزار می‌توان مانند یک دستگاه تراز سنج‌صوت یا آنالیزور صدا عمل نمود. جهت انجام کار از ابزارهای موجود در پانل جلو استفاده

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-09-03]

شد. سپس اطلاعاتی شامل: شماره کانال اتصال میکروفن به کارت تحلیل صدا، حساسیت میکروفن مورد استفاده بر حسب میلی ولت بر پاسکال و محدوده شنوایی گوش انسان (۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز) مشخص گردید. هم‌چنین با توجه به هدف انجام کار، مقادیر تراز فشار صوت را بر اساس شبکه‌های مختلف توزین فرکانس انتخاب نمودیم. توزین‌های فرکانس شامل شبکه‌های A به منظور تعیین حدود مواجهه کارگر، B به عنوان تعیین‌کننده عکس‌العمل گوش در ترازهای بالاتر از ۶۰ دسی‌بل، شبکه C جهت آنالیز و کنترل صدا، D برای بررسی صدای ترافیک و وسایل حمل و نقل هوایی و شبکه Linear می‌باشند (۱۰-۹).

در این نرم‌افزار، برای هر نوع صوت از یک سرعت متناسب استفاده نمودیم. در این حالت، موقعیت Slow (کند) برای صدای یکنواخت یا منابع صوتی ساکن بوده و حساسیت برنامه در حد یک ثانیه برای درک تغییرات دامنه صدا می‌باشد. موقعیت Fast (سریع) برای اندازه‌گیری تراز فشار صوت منابع متحرک یا اصوات متغیر با زمان مناسب بوده و برنامه تغییرات سریع دامنه در حد میلی ثانیه را نیز درک می‌کند. موقعیت Impulse (ضربه‌ای) یا Impact (کوبه‌ای) نیز برای اندازه‌گیری اصوات کوبه‌ای یا ضربه‌ای مناسب بوده که در این حالت تغییرات دامنه صدا توسط برنامه در حد میکروثانیه درک می‌شود (۱۰-۹). یک قابلیت نیز با عنوان Peak برای سرعت‌های بالا پیش‌بینی شده است که سرعت آن بین Fast و Imp می‌باشد.

همان‌طور که در شکل ۵ نشان داده شده است، از قسمت Exponential Averaging Setting و گزینه Mode سرعت پاسخ دستگاه تعیین شد.



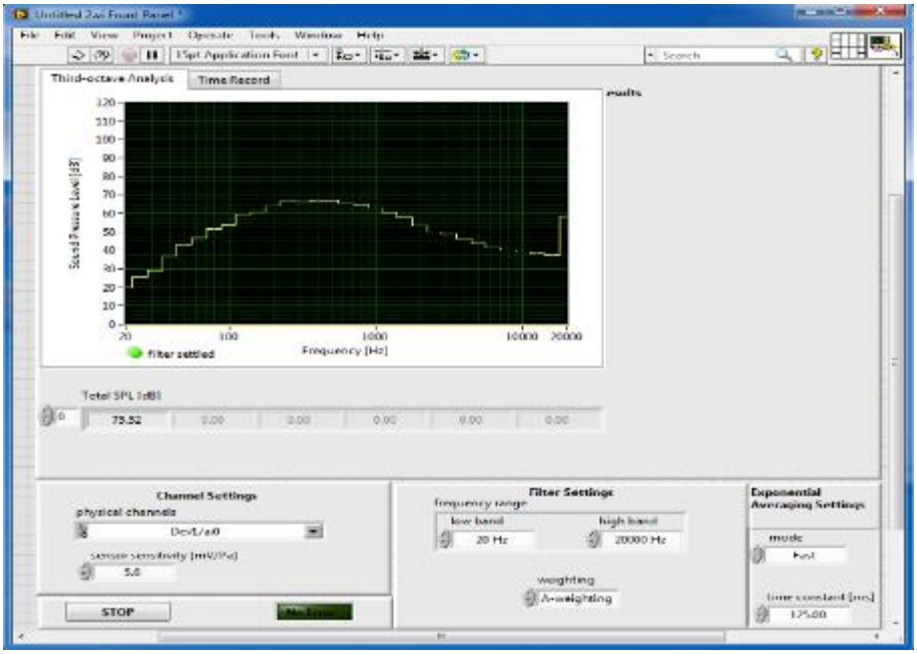
شکل۵. وارد نمودن اطلاعات مورد نیاز در پانل جلو

به دلیل وسیع بودن طیف فرکانس قابل درک برای انسان و هم‌چنین وسیع بودن باند اصوات صنعتی، جهت مطالعه صوت به جای بررسی مقادیر دامنه‌های فشار (توان و یا شدت) در تک تک فرکانس‌ها، از مقادیر اکتاو استفاده شد. برنامه labview قادر است که تراز فشار صوت را در اکتاوباندهای مختلف نمایش دهد.

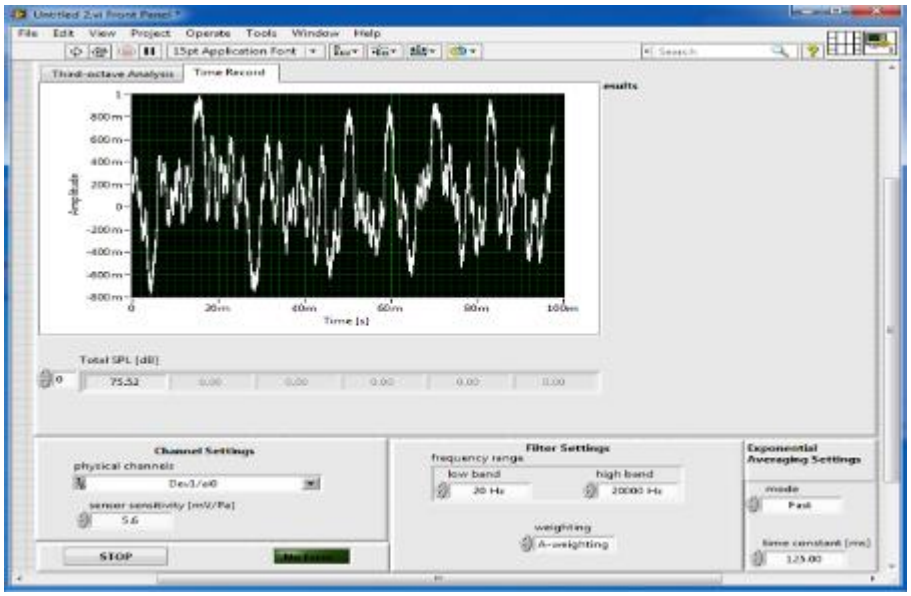
در اکثر اندازه‌گیری‌ها از یک سوم اکتاوباند استفاده شد که در آن نسبت حد بالای فرکانس به حد پایین برابر با دو به توان یک سوم می باشد (۹). شکل ۶، امکان اندازه‌گیری تراز فشار صوت را در یک سوم اکتاوباند توسط این نرم‌افزار نشان می‌دهد.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-09-03]

هم‌چنین دامنه صوت به عنوان بیشترین مقدار بی‌نظمی در طول نوسان موج می‌باشد. یکی دیگر از قابلیت‌های نرم‌افزار، تعیین تغییرات دامنه صوت در واحد زمان بوده که در شکل نشان داده شده است (شکل ۷). در بررسی‌های محیط کار به منظور ارزیابی محیطی و نیز ارزیابی مواجهه کارکنان، تراز فشار صوت بیشترین استفاده را دارد. در واقع توسط این نرم‌افزار مقادیر تراز فشار صوت در فرکانس‌های مختلف اندازه‌گیری گردید و نتایج به صورت عقربه‌ای یا دیجیتال نمایش داده شد (شکل شماره ۸).



شکل۶. اندازه‌گیری تراز فشار صوت در یک سوم اکتاوباند

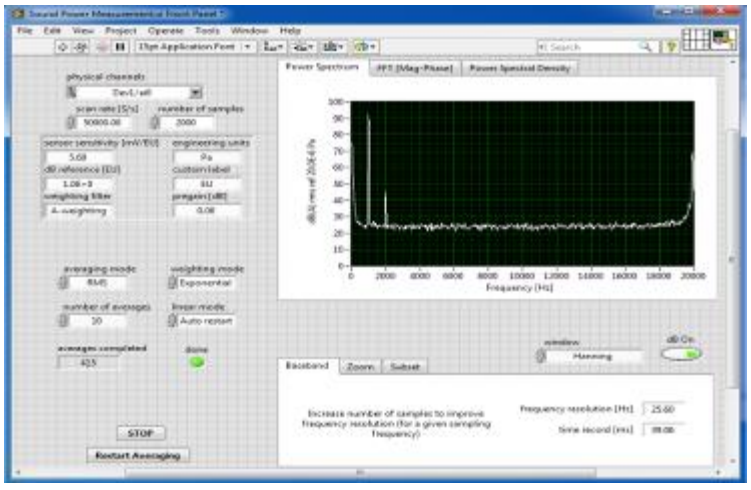


شکل۷. اندازه‌گیری تغییرات دامنه فشار صوت نسبت به زمان

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-09-03]

شکل ۸. اندازه‌گیری تراز فشار صوت در فرکانس‌های مختلف

آنالیز طیفی یکی از موضوعات مهم در پردازش سیگنال است که در حوزه‌های مختلف هم‌چون صنعت، رادار، پردازش صوت و غیره کاربرد دارد. میزان سطح صدا به پهنای باند اندازه‌گیری بستگی دارد که این به نوبه خود توسط تعداد نمونه و نرخ نمونه‌برداری کنترل می‌شود. این اطلاعات را در سربرگ power spectrum به ترتیب در قسمت‌های number of samples و scan rate وارد نمودیم. طیف توان صوتی می‌تواند میزان توان را در هر فرکانس نمایش دهد، اما این گزینه اطلاعاتی را در مورد فاز صوت در اختیار ما قرار نمی‌دهد. بنابراین به دلیل عدم وجود اطلاعات مربوط به فاز در این قسمت، می توان از سربرگ FFT (انتقال سریع فوریه) استفاده نمود که علاوه بر نمایش اطلاعات در بازه فرکانس، اطلاعات مربوط به فاز را هم در اختیار ما قرار می‌دهد. تراکم توان طیف (power spectral density) نیز تغییرات انرژی را به عنوان تابعی از فرکانس نمایش می‌دهد. به عبارت دیگر، این گزینه نشان می‌دهد که در کدام فرکانس‌ها تغییرات انرژی کمتر و در کدام فرکانس‌ها تغییرات بیشتر می‌باشد. بر اساس تصویر زیر با وارد نمودن اطلاعات مربوط به حساسیت سنسور، توزین شبکه، نرخ نمونه‌برداری و تعداد نمونه، از اطلاعات هر سه سربرگ طیف توان صوتی، تراکم طیف توان صوتی و انتقال فوریه استفاده شد (شکل شماره ۹).



شکل۹. آنالیز طیف صوت

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-09-03]

در این قسمت از بلوک‌هایی به شرح زیر استفاده می‌شود:

بلوک average mode:گزینه average mode شامل سه زیر گروه می‌باشد:

- RMS Averaging (میانگین فشار مؤثر): با انتخاب این گزینه نوسانات سیگنال کاهش یافت اما به علت این‌که میانگین از انرژی یا توان سیگنال گرفته می‌شود، بنابراین میزان سطح صدا تغییری نکرد.
- Vector Averaging: این میانگین در واقع صدای حاصل از سیگنال‌های همزمان را حذف می‌کند. هم‌چنین میانگین بخش واقعی صدا را از بخش موهومی یا تصویری صوت به صورت جداگانه محاسبه می‌نماید. این جداسازی باعث کاهش سطح صدا در سیگنال‌های تصادفی شد، زیرا سیگنال‌های تصادفی از یک زمان به بعد انسجام فاز نخواهند داشت.
- Peak Hold : جهت نشان دادن حداکثر مقادیر میانگین در هر فرکانس استفاده گردید.

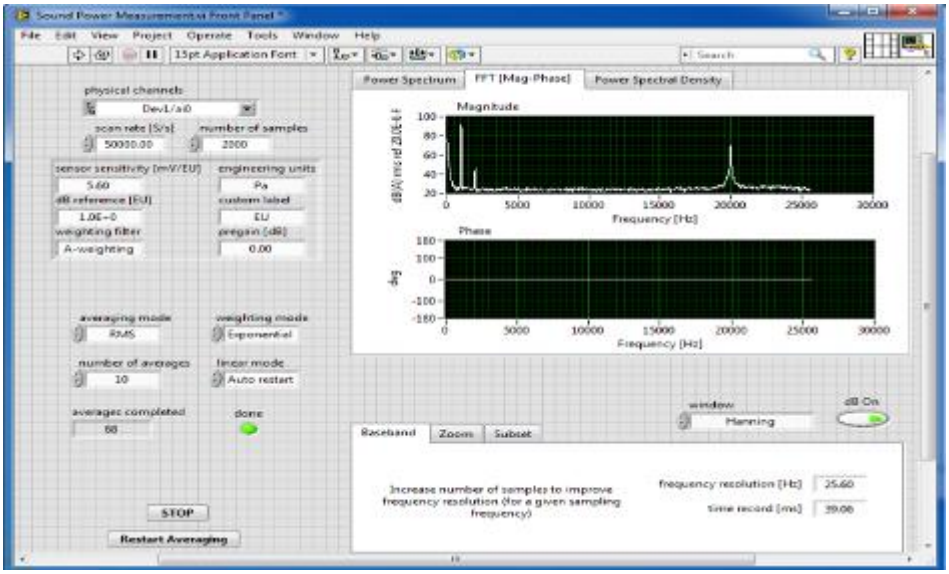
بلوک weighing mode (حالت توزین فرکانسی): شامل دو زیر گروه linear و Exponential بوده که اگر در حالت قبل گزینه RMS یا Vector انتخاب شود از هر دو زیر گروه می‌توان استفاده نمود.

در حالت linear زمانی که تعداد میانگین مساوی با تعداد میانگین تنظیم شده توسط ما باشد، در نتیجه فرآیند متوقف شده و نتایج به صورت میانگین نمایش داده می‌شود. اما در حالت Exponential داده‌های جدید نسبت به داده‌های قدیم در الویت هستند و فرایند به صورت مداوم انجام می‌شود و توقفی صورت نمی‌گیرد.

در قسمت number of average تعداد میانگین‌های مورد نظر ما تنظیم گردید که متوقف کننده linear در حالت قبل می‌باشد.

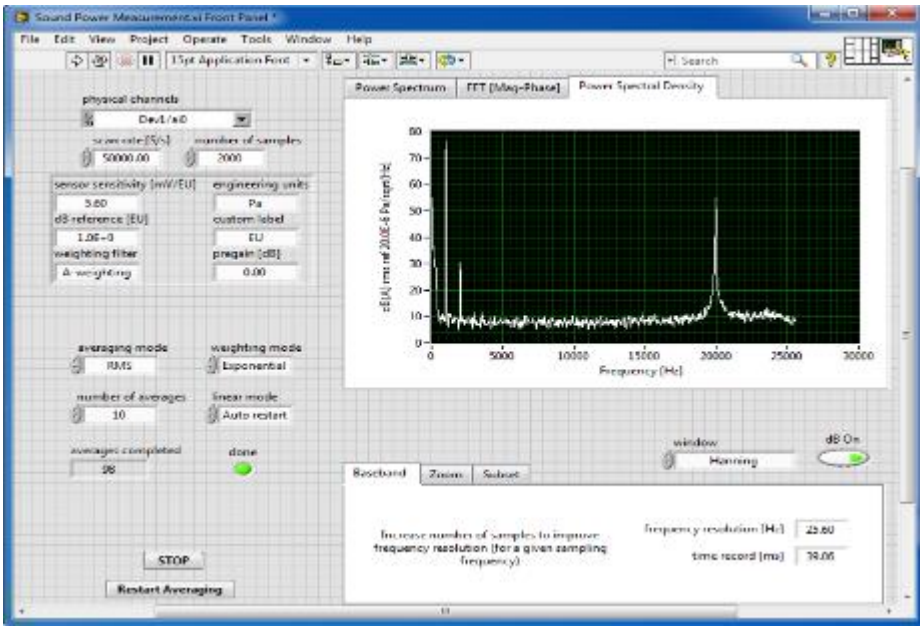
زمانی که توزین فرکانس بر روی گزینه linear تنظیم شده باشد، در نتیجه پس از رسیدن میانگین به عدد مورد نظر، فرآیند اندازه‌گیری متوقف می‌شود. بنابراین در قسمت linear mode گزینه Auto restart انتخاب شد تا پس از رسیدن عدد میانگین به حد مورد نظر، مجددا اندازه‌گیری به طور خودکار شروع شود.

نمونه‌ای از اندازه‌گیری انتقال فوریه و تراکم طیف توان صوت توسط نرم‌افزار به ترتیب در تصاویر ۱۰ و ۱۱ نمایش داده شده است .



شکل ۱۰. نتایج اندازه‌گیری انتقال فوریه(FFT)

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-09-03]



شکل ۱۱. نتایج اندازه گیری تراکم طیف توان صوت

بحث

Labview از جمله نرم‌افزارهای کارآمد و قدرتمند آنالیز و پردازش می‌باشد که در ابعاد گسترده و مقاصد متنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حال حاضر از این نرم‌افزار در بسیاری از شرکت‌ها و مؤسسات استفاده می‌شود. علی‌رغم استفاده‌های بسیار تخصصی که از این نرم‌افزار در مباحث برق، سیگنال‌های صوتی، مکانیک، کنترل، ریاضیات و ... صورت می‌گیرد، این نرم‌افزار مختص هیچ رشته یا گرایش خاصی نیست و می‌تواند به صورت جامع و فراگیری در هر زمینه‌ای مورد استفاده قرار گیرد (۵).

این برنامه قابلیت‌ها و توانایی‌ها زیادی از نظر محاسباتی دارد. هم‌چنین با به تصویر کشاندن داده‌ها و نمایش ورودی و خروجی‌های یک سیستم می‌تواند قابلیت درک و تشخیص مناسبی را برای افراد غیر حرفه‌ای و همین طور کسانی که تنها با نتایج برنامه‌ها سروکار دارند، فراهم نماید. انعطاف‌پذیری بالای این نرم‌افزار از جمله ویژگی‌های آن است که در برقراری ارتباط‌های سخت‌افزاری نظیر کارت‌ها و پورت‌های سریال و USB استفاده می‌شود. در Labview تمامی دستگاه‌های اندازه‌گیری از جمله اسیلوسکوپ، ژنراتورها، گیج‌ها و غیره هم به صورت دیجیتال و هم به صورت آنالوگ و عقربه‌ای موجود می‌باشد که این امکان را می‌دهد تا ما نتایج و خروجی محاسبات را به هر گونه‌ای که دوست داریم به نمایش درآوریم. ویژگی مهم و بارز نرم‌افزار این است که بعد از نتیجه‌گیری کامل از پروژه، می‌توان آن را Export نمود و نتایج را در قالب یک فایل exe.* ذخیره کرد. این قابلیت باعث می‌شود که روی هر کامپیوتری حتی در صورت عدم نصب نرم‌افزار بتوان نتایج را اجرا نمود و مثلا به صورت یک نرم‌افزار مانیتورینگ از آن استفاده کرد (۵-۴).

از قابلیت‌های برنامه Labview در بخش صدا می‌توان به اندازه‌گیری صدا، آنالیز فرکانس و کنترل صوت اشاره نمود. در این برنامه با توجه به هدف انجام کار، می‌توان مقادیر تراز فشار صوت را بر اساس شبکه‌های مختلف توزین فرکانس انتخاب کرد. هم‌چنین میزان سرعت پاسخ نرم‌افزار نیز مشخص می‌گردد. پس از وارد نمودن اطلاعات مورد نیاز و تنظیم نوع اندازه‌گیری از نظر سرعت و شبکه توزین و هم‌چنین تعیین نرخ و زمان نمونه‌برداری، می‌توان تراز فشار صوت را در اکتاوباندهای مختلف، دامنه صوت، آنالیز طیف صوت، تراکم توان صوت و سایر مشخصات صدا را تعیین

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-09-03]

نمود. در واقع این نرم‌افزار گزینه مناسبی برای سیستم پایش و مانیتورینگ آلودگی صوتی در محیط و صنایع بوده و توسط سیستم کامپیوتر به راحتی در مکان‌های مورد نظر قابل استفاده می‌باشد. هم‌چنین بین نتایج اندازه‌گیری تراز فشار صوت توسط نرم افزار و دستگاه صداسنج نیز از لحاظ آماری ارتباط مستقیمی مشاهده شد. لازم به ذکر است که برخی موارد، بیان‌کننده دلیل اختلاف اندک این مقایسه می‌باشد. اول این‌که صداسنج، تراز فرکانسی را به صورت تک فرکانس انجام می‌دهد و بایستی پس از انتخاب هر فرکانس نسبت به اندازه‌گیری تراز صدا اقدام نمود. در حالی که آنالیز فرکانسی صدا توسط این نرم‌افزار در یک لحظه برای طیف انتخابی صورت می‌گیرد و این احتمال خطا را کاهش می‌دهد. دوم این‌که پاسخ فرکانسی میکروفون‌ها متفاوت است، یعنی آستانه نمایش مقدار فشار صوت در فرکانس‌های مختلف و یا محدوده‌ای از طیف فرکانسی برای میکروفون‌ها حتی دو میکروفون مشابه از یک شرکت متفاوت می‌باشد.

در مطالعه انجام شده توسط Robert و همکاران از نرم‌افزار لب ویو جهت اندازه‌گیری و تجزیه تحلیل سیگنال‌های صوتی استفاده شده است. هم‌چنین بیان می‌کند که به منظور انجام کار گروهی در اندازه‌گیری صدا، استفاده از لب ویو در تسهیل فهم و افزایش دقت نتایج اندازه‌گیری نسبت به صداسنج دارای اولویت بیشتری می‌باشد (۱۱). در مطالعه دیگری توسط Trojanowski به کنترل فعال ارتعاشات صفحه آلومینیومی توسط سه پیزوالکتریک پرداخته و به منظور تجزیه تحلیل و نمایش نتایج از نرم‌افزار لب ویو استفاده گردیده است که این مطالعه نشان‌دهنده دیگر قابلیت‌های ذکر شده از نرم‌افزار می‌باشد (۱۲).

در مطالعه‌ای توسط Schon و همکاران، از لب ویو به عنوان یک سیستم آنالیز صدا جهت بررسی صدای خوک شیرخوار خانگی استفاده شد. نتایج نشان داد که لب ویو ابزاری پیشرفته جهت تجزیه تحلیل و پردازش صدا بوده است و زبان گرافیکی آن مهندسین را قادر می‌سازد تا بدون داشتن تجربه زیادی بتوانند از این برنامه استفاده نمایند. هم‌چنین بیان می‌کند که از لب ویو می‌توان در موارد مشابه مانند تجزیه تحلیل بیوآکوستیک مطالعات حیوانی، بررسی صدای گفتاری انسان و سایر صداهای محیطی استفاده نمود (۱۳). Nobuhiko در مطالعه ای از نرم‌افزار لب ویو جهت کاهش صدای فن به روش کنترل فعال استفاده نمود. در واقع افزایش و اختلاف فاز صدا با استفاده از گزینه‌های مربوطه در پانل جلو نرم‌افزار انجام شده است (۱۴).

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که در حیطه بهداشت حرفه‌ای استفاده از نرم‌افزار لب ویو به منظور پایش صدا و شبیه‌سازی نرم‌افزاری صداسنج برای اولین بار در ایران توسط این تحقیق انجام شده است. لذا امید خواهد بود که با انجام این پژوهش و دستیابی به اهداف تعیین شده بتوان از قابلیت‌های برنامه در جهت آنالیز و پردازش صدا و ارتعاش به صورت یک سیستم مانیتورینگ در محیط کار و صنایع استفاده نمود تا بتوان با کسب اطلاعات دقیق در این موارد، در جهت پیشگیری و کنترل عامل خطرناک صدا و ارتعاش اقدامات مناسبی را اتخاذ نمود.

نتیجه‌گیری

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که در حیطه بهداشت حرفه‌ای استفاده از نرم‌افزار لب ویو به منظور پایش صدا و شبیه‌سازی نرم‌افزاری صداسنج برای اولین بار در ایران توسط این تحقیق انجام شده است. لذا امید خواهد بود که با انجام این پژوهش و دستیابی به اهداف تعیین شده بتوان از قابلیت‌های برنامه در جهت آنالیز و پردازش صدا و ارتعاش به صورت یک سیستم مانیتورینگ در محیط کار و صنایع استفاده نمود تا بتوان با کسب اطلاعات دقیق در این موارد، در جهت پیشگیری و کنترل عامل خطرناک صدا و ارتعاش اقدامات مناسبی را اتخاذ نمود.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-09-03]

References

1. Elammaran J, Sinin H. Sound Absorption Coefficients Natural Fibre Reinforced Composites. Trans Tech Publications 2013; 701: 53-8.
2. Frouharmajd F, Nasiri P, Monazam M, Yazdchi M. The optimization of (LFNV) low frequency noise and vibration abatement process by active and passive methods in an air transmitting duct]. Tehran: Theran university of medical sciences; 2013.[In persian]
3. Nelson D, Nelson R, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. Am J Ind Med 2005;48(6):446-58.
4. Corporation NI. Labview, getting started with Labview. USA; 2006.
5. Corporation NI. Understanding bundle of Labview. 2012.
6. De E, Ningning W, Xian-ling, jieyu F, Ningbo Z. Real time detection system of state of train wheels based on Labview. Lecture note in Electrical engineering: 2012.
7. Gong P, Zhou W. Design and Implementation of Multifunctional Virtual Oscilloscope Using USB Data-Acquisition Card. Procedia Engineering 2012; 29: 3245–9
8. Reichmuth C, Ghoul A, Southall BL. Temporal processing of low-frequency sounds by seals. J Acoust Soc Am 2012;132(4):2147–50.
9. Bel LH. Handbook of industrial noise control: Fundamentals and Applications. Second ed. NewYork: MARCEL DEKKER, INC; 1994. P. 631.
10. Crocker MJ. Handbook of Noise and Vibration control. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc; 2007.
11. Robert B, Grazyna W. Educational Implementation of a Sound Level Meter in the LabVIEW Environment. Archives of Acoustics 2013;38:19-28.
12. Trojanowski R, Wiciak J. Preliminary Results of Laboratory Tested System for Active Control of Plates VIA LabVIEW and Piezoelectric Elements. Acoustic and Biomedical Engineering 2010;118.
13. Schon P, Puppe B, Manteuffel G. A sound analysis system based on LabVIEW applied to the analysis of suckling grunts of domestic pigs Sus scrofa. The international journal of animal sound and its recording 1998;9:119-33.
14. Nobuhiko Y, Hirotoshi T, editors. Active Control of Fan Noise Proceedings of the 8th International Symposium on Experimental and Computational Aerothermodynamics. Lyon, July 2007.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-09-03]

Sound pressure level tools design used in occupational health by means of Labview software

Farhad Forouharmajd [1], Zahra Mohammadi [2], Masoumeh Ahmadvand [3], Farshad Forouharmajd [4]

Original Article

Abstract

Background: One of the harmful factors in the field of occupational health is exposure to noise and vibration. Better control of hazardous agent requires robust and efficient software that prevents the increased risk with real-time control. Therefore, this study was conducted with the aim of setting a system using labview software to monitor the sound momently.

Methods: The research is an experimental study that was doing by using Labview software, microphones and data acquisition card. Environmental information collected as sound pressure level via microphones and then processed by the sound analyzes card. The results will be showed by software as a graph or plot in the next step.

Findings: This software is including the front panel, back panel and connector panel that with these panels can be determined information such as various frequency weighting and time weighing. After entering the information, the sound pressure level, sound amplitude, power spectrum, power spectral density and other sound characteristics can be specified.

Conclusion: Labview programming capabilities in the field of sound can be referred to the measurement of sound, frequency analysis and sound control that actually the software acts like a sound level meter and sound analyzer. According to the mentioned features, this software is suitable to analyze and process sound and vibration as a monitoring system.

Key Words: Labview Software**,** Sound Amplitude, Power Spectrum, Frequency Weighting

Citation: Forouharmajd F, Mohammadi Z, Ahmadvand M, Forouharmajd F. **Sound pressure level tools design used in occupational health by means of Labview software.** J Health Syst Res 2015; 11(3):550-563

Received date: 10.06.2014 **Accept date: 16.02.2015**

1. Assisstant Professor,Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
2. MSc Student,Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran (Corresponding Author) Email: mohammadi8516@yahoo.com
3. Fars Shasi Company, Vilashahr, Isfahan, Iran
4. Sepahan Industrial Group, Isfahan, Iran

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-09-03]