



سیستم اندازه‌گیری سری UMS-4/8/12/16

راهنمای کاربران



فهرست مطالب

۲	۱- پیش از شروع.....
۳	۲- معرفی سیستم‌های اندازه‌گیری UMS-4/8/12/16.....
۳	۱-۲ قابلیت‌ها و کاربردها.....
۶	۲-۲ شکل ظاهری دستگاه.....
۷	۳- شیوه اتصال حسگرها و مبدل‌ها به کانال‌ها.....
۱۲	۴- نرم افزار SoftLogger.....
۱۲	۴-۱ راه‌اندازی نرم‌افزار SoftLogger.....
۱۴	۴-۲ برنامه داده‌برداری SoftLogger.....
۱۵	۴-۲-۱ صفحه File.....
۱۷	۴-۲-۲ صفحه Data Logger.....
۲۰	۴-۲-۳ صفحات Display1 و Display2.....
۲۴	۴-۲-۴ صفحه Online FFT.....
۲۶	۴-۲-۵ صفحه حسگرها و مبدل‌ها (Sensors and Transducers).....
۳۲	۴-۲-۶ صفحه User Scaling.....
۳۶	۴-۲-۷ صفحه کالیبراسیون سیستمی (System Calibration).....
۳۷	۵- گام‌های اندازه‌گیری.....
۳۸	۶- رفع ایرادهای محتمل.....
۳۸	۷- پشتیبانی.....

۱- پیش از شروع

با سپاس از شما بابت انتخاب سیستم اندازه‌گیری UMS-4/8/12/16 شرکت سازه حسگر رایان، خواهشمند است پیش از بکارگیری دستگاه، محتویات این دفترچه را با دقت مطالعه کرده و مراحل آن را گام به گام طی کنید. هدف این دفترچه راهنما، کمک به کاربر برای انجام سریع، دقیق و آسان فرآیند اندازه‌گیری است.

لطفاً برای اتصال دستگاه به برق شهر از کابل برقی که همراه دستگاه ارائه شده استفاده کنید. برای اتصال دستگاه به کامپیوتر نیز از کابل USB ارائه شده همراه دستگاه استفاده کنید.

لطفاً قبل از هرگونه استفاده از دستگاه خارج از چهارچوب تعیین شده در این دفترچه، مراتب را از طریق ایمیل به شرکت سازه حسگر رایان اطلاع دهید.

حق تغییر محتویات این سند در ویرایش‌های بعدی برای شرکت سازه حسگر رایان محفوظ است.

۲- معرفی سیستم‌های اندازه‌گیری UMS-4/8/12/16

۱-۲ قابلیت‌ها و کاربردها

سیستم‌های اندازه‌گیری خانواده UMS ساخت شرکت سازه حسگر رایان و شامل چهار مدل UMS-4، UMS-8، UMS-12 و UMS-16 هستند که با آنها به ترتیب می‌توان سیگنال‌های ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ حسگر یا مبدل مختلف را برای نمایش و ذخیره به رایانه منتقل کرد. اتصال این سیستم‌ها به رایانه با رابط USB است. در شکل (۱) مدل UMS-16 نشان داده شده است. مدل UMS-12 ظاهر مشابهی دارد ولی تعداد کانال‌های آن ۱۲ عدد است. مدل‌های UMS-4 و UMS-8 جعبه‌های کوچکتری دارند.



شکل (۱): سیستم اندازه‌گیری UMS-16 با قابلیت داده‌برداری همزمان از ۱۶ کانال

ویژگی‌های بارز خانواده UMS-4/8/12/16 عبارتند از:

- تنوع در تعداد کانال‌های اندازه‌گیری: شامل چهار مدل UMS-4، UMS-8، UMS-12 و UMS-16 که به ترتیب ۴ کانالی، ۸ کانالی، ۱۲ کانالی و ۱۶ کانالی هستند.
- تنوع در حسگرها و مبدل‌های قابل اتصال: تمام کانال‌ها مشابه هم هستند و حسگرها و مبدل‌های متنوعی مانند مبدل‌های کرنش‌سنجی، کرنش‌سنج در آرایش یک‌چهارم-پل و نیم-پل، مبدل‌های پتانسیومتری (شامل حسگرهای MEMS ولتاژی) و ورودی‌های ولتاژی را پشتیبانی می‌کنند.
- هر کانال یک ADC مدرن ۲۴ بیتی مختص به خود دارد. این قابلیت امکان داده‌برداری همزمان از تمام کانال‌ها را فراهم می‌کند.
- مناسب برای داده‌برداری دینامیکی و استاتیکی: امکان تنظیم گستره وسیعی از فرکانس‌های نمونه‌برداری از ۰/۱Hz تا ۱kHz وجود دارد.
- اتصال به کامپیوتر از طریق درگاه USB
- دارای برنامه نرم‌افزاری قدرتمند برای ترکیب بندی کانال‌ها، مشاهده شکل موج‌ها، پردازش فرکانسی آنها و ذخیره داده‌ها

سیستم‌های اندازه‌گیری UMS-4/8/12/16 به ازای هر کانال خود دارای یک ADC هستند و داده‌برداری از تمام کانال‌ها به شکل همزمان انجام می‌شود. بنابراین کاربر دیگر نگران مشکلات ناشی از اختلاف فاز بین کانال‌ها نیست. این قابلیت بخصوص در کاربردهای اندازه‌گیری دینامیکی اهمیت بیشتر پیدا می‌کند. پشتیبانی از خانواده وسیعی از حسگرها و مبدل‌ها باعث می‌شود که این دستگاه در کاربردهای مختلفی چون اندازه‌گیری نیرو با لودسل، اندازه‌گیری جابجایی با خط‌کش اهمی و جابجایی‌سنج کرنش‌سنجی، اندازه‌گیری فشار با فشارسنج کرنش‌سنجی، اندازه‌گیری کرنش با کرنش‌سنج در آرایش‌های یک‌چهارم-، نیم- و تمام-پل و اندازه‌گیری شتاب با شتاب‌سنج‌های MEMS و ... مناسب باشد. تمام کانال‌های این دستگاه معادل هم بوده و هر کانال قادر به پشتیبانی از حسگرها و مبدل‌های ذکر شده هست. انتخاب نوع حسگر/مبدل و سایر تنظیمات سخت‌افزاری کانال مانند ضریب تقویت ولتاژ، ولتاژ تغذیه، نوع پل و فعال/غیر فعال بودن کالیبراسیون شنت همگی از طریق نرم‌افزار و بدون نیاز به کلیدها یا ولوم‌های دستی انجام می‌شود. هر کانال دارای قابلیت کالیبراسیون دو نقطه‌ای است که امکان کالیبراسیون سریع و مطمئن حسگر یا مبدل را فراهم می‌سازد. امکان ذخیره و بازیابی تنظیمات کانال باعث می‌شود که هر کاربر بتواند تنظیمات خود را ذخیره و در صورت نیاز به راحتی بازیابی کند و فرآیند اندازه‌گیری را با اطمینان، دقت و سرعت شروع کند.

این دستگاه دارای قابلیت‌های ویژه‌ای برای اندازه‌گیری کرنش است که امکان اندازه‌گیری دقیق و آسان کرنش را با استفاده از کرنش‌سنج (Strain Gauge) فراهم می‌کند. در پروژه‌هایی که به نوعی با اندازه‌گیری تنش تجربی چه در آزمایشگاه و چه در پروژه‌های میدانی سرو کار دارند، کرنش‌سنج‌هایی روی قطعات یک سازه نصب می‌شود و از طریق آنها کرنش سطحی آن نقاط حاصل می‌شود. بسته به نوع کرنشی که قرار است اندازه‌گیری شود ممکن است لازم باشد کرنش‌سنج در آرایش یک‌چهارم، نیم- یا تمام-پل بسته شود. این دستگاه قابلیت پشتیبانی از هر سه آرایش فوق را بدون نیاز به هیچ سخت افزار جانبی اضافه دارد و همین موضوع سهولت اندازه‌گیری کرنش را افزایش می‌دهد. قابلیت‌های ویژه این دستگاه برای اندازه‌گیری کرنش عبارتند از:

- وجود مقاومت‌های تکمیلی در هر کانال برای اندازه‌گیری کرنش در آرایش یک‌چهارم، نیم-پل
- مقاومت شنت در هر کانال برای کالیبراسیون مدار کرنش‌سنجی در آرایش یک‌چهارم-پل (Shunt-Calibration)
- استفاده از مدار سه-سیمه برای مدار کرنش‌سنجی در آرایش یک‌چهارم-پل برای حذف تغییرات اهمی کابل
- استفاده از مدار پنج-سیمه برای اتصال دو کرنش‌سنج در آرایش نیم-پل برای حذف اثر اهمی کابل

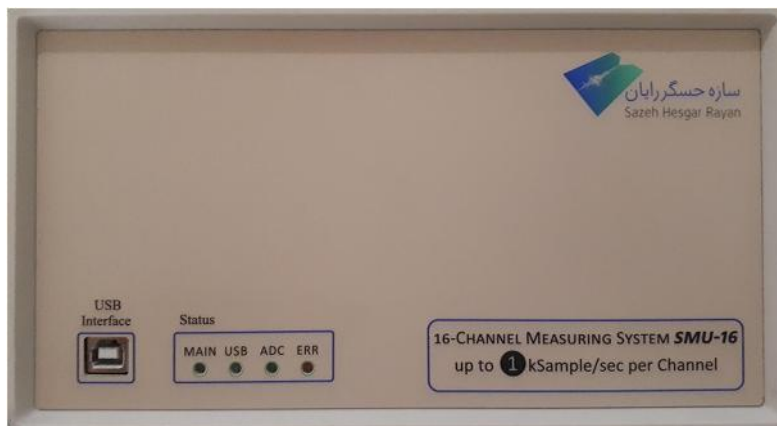
این دستگاه از حسگرهای MEMS ولتاژی از جمله شتاب‌سنج‌های MEMS نیز پشتیبانی می‌کند. بنابراین تلفیق این دستگاه با یک کامپیوتر پرتابل و تعدادی شتاب‌سنج آن را به یک مجموعه ارتعاش‌سنجی تبدیل می‌کند که هم در محیط آزمایشگاه و هم در محیط‌های میدانی قابل استفاده است. این قابلیت امکان اجرای پروژه‌های ثبت ارتعاشات و آنالیز مودال برای نمونه‌های سازه‌ای یا مکانیکی و مشابه آن را فراهم می‌سازد. شتاب‌سنج‌هایی که توسط شرکت سازه حسگر رایان طراحی و ساخته شده است نیز توسط این دستگاه پشتیبانی می‌شود. به شکل خلاصه این دستگاه کوچک و سبک به همراه کامپیوتر و نرم‌افزار SoftLogger در کاربردهای مختلف زیر قابل استفاده است:

- ۱- ثبت داده‌های بدست آمده از حسگر/مبدل‌های مختلف مانند نیرو، جابجایی، کرنش، شتاب و ... در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی دانشگاه‌ها و سایر مراکز تحقیقاتی و یا پروژه‌های میدانی
- ۲- اندازه‌گیری کرنش نقاط مختلف نمونه آزمایشی در آزمایشگاه‌های خاک، سازه، مکانیک، ارتعاشات و ...
- ۳- اندازه‌گیری ارتعاش در آزمایشگاه‌های خاک، سازه، مکانیک و ... با استفاده از شتاب‌سنج
- ۴- اندازه‌گیری ارتعاش سازه‌های واقعی تحت تحریک اجباری با استفاده از شتاب‌سنج

۲-۲ شکل ظاهری دستگاه

نمای جلوی دستگاه در شکل (۲) و نمای پشت آن در شکل (۳) نشان داده شده است. در صفحه جلوی دستگاه کانکتوری برای اتصال کابل USB و ارتباط با رایانه وجود دارد. در قسمت Status نیز چهار لامپ کوچک وجود دارد:

- لامپ Main: روشن بودن این چراغ نشان دهنده روشن بودن دستگاه است
- لامپ USB: هر زمان که دستگاه در حال تبادل اطلاعات با رایانه باشد این چراغ روشن است
- لامپ ADC: هر زمان که دستگاه در حال خواندن ADC های داخلی دستگاه باشد، این چراغ روشن است.
- لامپ Error: هر زمان که ایرادی در کانال‌های دستگاه ایجاد شود این چراغ روشن می‌شود.



شکل (۲) نمای جلوی سیستم اندازه‌گیری شانزده کانالی UMS-16

در صفحه پشتی دستگاه بسته به مدل تعدادی کانکتور ۹ پین مادگی برای اتصال حسگرها و مبدل‌های مختلف وجود دارد. برای مثال در مدل UMS-16 که ۱۶ کانالی است، ۱۶ کانکتور وجود دارد. در سمت چپ کلید اصلی روشن/خاموش کردن دستگاه قرار دارد. ولتاژ تغذیه دستگاه ۲۲۰V است.

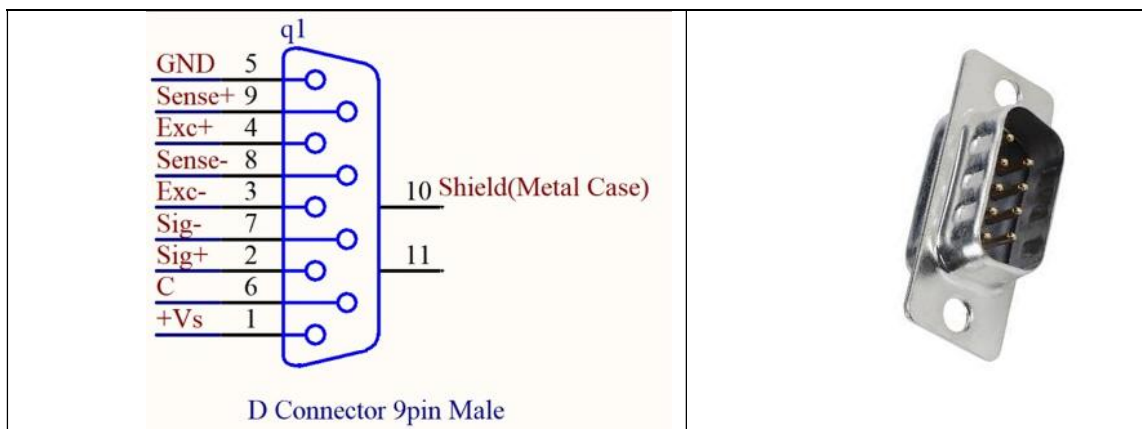


شکل (۳): نمای پشت سیستم اندازه‌گیری شانزده کانالی UMS-16

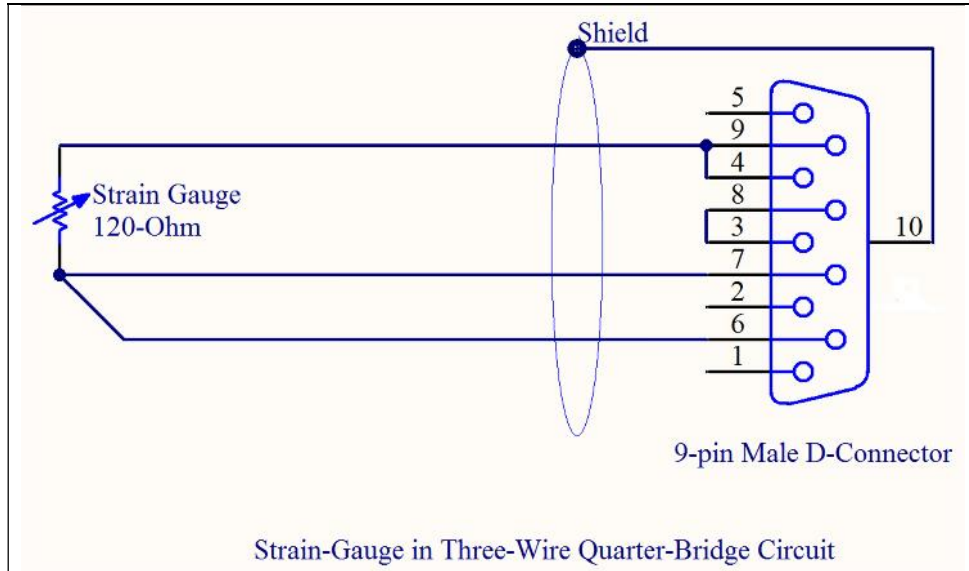
۳- شیوه اتصال حسگرها و مبدل‌ها به کانال‌ها

اتصال حسگرها و مبدل‌های مختلف به سیستم اندازه‌گیری UMS از طریق کانکتورهای D-شکل مادگی است که در بازار به نام D-Connector معروف هستند. این کانکتورها از مرغوب‌ترین مدل‌های بازار انتخاب شده و مزیت اصلی آنها طول عمر بالا و در دسترس بودنشان در بازار است. یک حسگر یا مبدل از طریق یک D-کانکتور ۹ پین نری به سیستم اندازه‌گیری UMS-4/8/12/16 متصل می‌شود (شکل ۴). تمام کانال‌ها معادل یکدیگر هستند. یعنی پس از آماده سازی یک حسگر/ مبدل امکان اتصال آن به کانال‌های دیگر نیز وجود دارد. البته به این شرط که تنظیمات کانال در برنامه SoftLogger به درستی انجام شده باشد. در ادامه این بخش شیوه سیم‌بندی حسگرها و مبدل‌های مختلف بیان می‌شود.

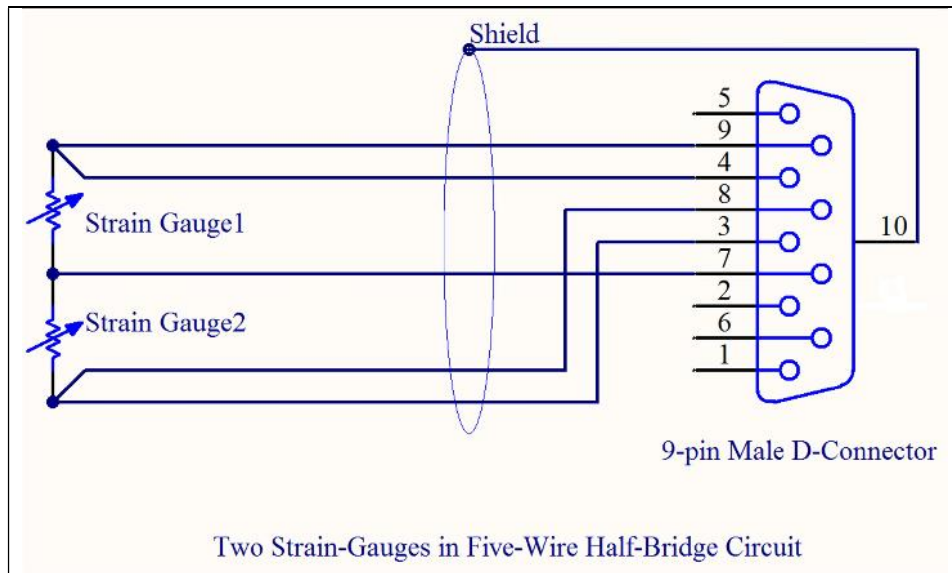
- اتصال یک کرنش‌سنج در آرایش یک‌چهارم-پل با مدار سه سیمی (شکل ۵)
- اتصال دو کرنش‌سنج در آرایش نیم-پل خمشی با مدار پنج سیمی (شکل ۶)
- اتصال چهار کرنش‌سنج در آرایش تمام-پل با مدار چهار سیمی (شکل ۷)
- اتصال چهار کرنش‌سنج در آرایش تمام-پل با مدار شش سیمی (شکل ۸)
- اتصال مبدل کرنش‌سنجی مانند لودسل و جابجایی‌سنج و ... با مدار چهار سیمی (شکل ۹)
- اتصال مبدل کرنش‌سنجی مانند لودسل و جابجایی‌سنج و ... با مدار شش سیمی (شکل ۱۰)
- اتصال مبدل‌های پتانسیومتری مانند جابجایی‌سنج‌های پتانسیومتری یا خط‌کش‌های اهمی (شکل ۱۱)
- اتصال حسگرهای MEMS ولتاژی مانند شتاب‌سنج‌های MEMS ولتاژی (شکل ۱۱)



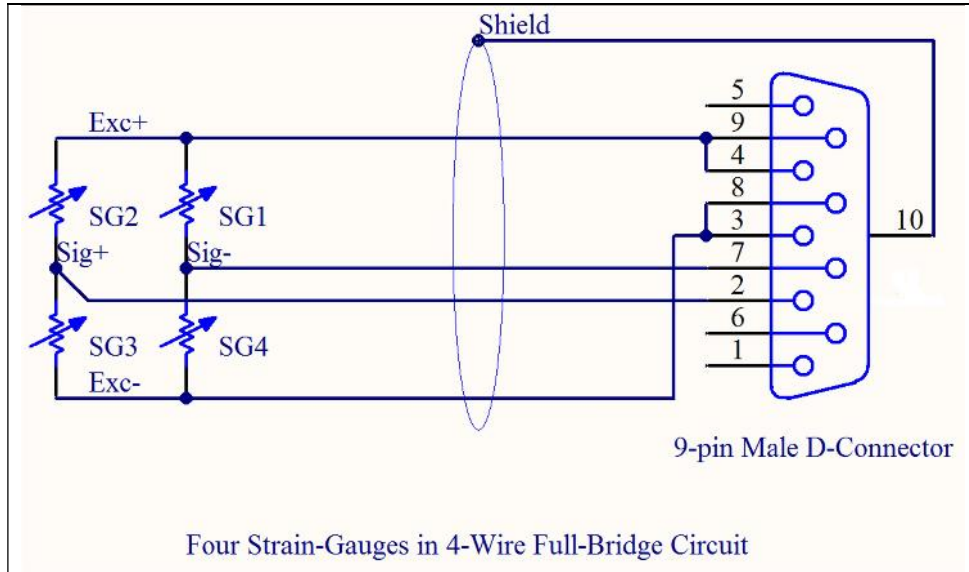
شکل (۴): هر حسگر یا مبدل از طریق یک D-کانکتور ۹ پین نری به سیستم اندازه‌گیری UMS-4/8/12/16 متصل می‌شود؛ تصویر سمت راست: یک D-کانکتور ۹ پین نری، تصویر سمت چپ: نقش پین‌ها در کانکتور، شیلد کابل به بدنه فلزی کانکتور متصل می‌شود. (پین ۱ به نام +Vs به شکل سفارشی در برخی از مدل‌ها وجود دارد)



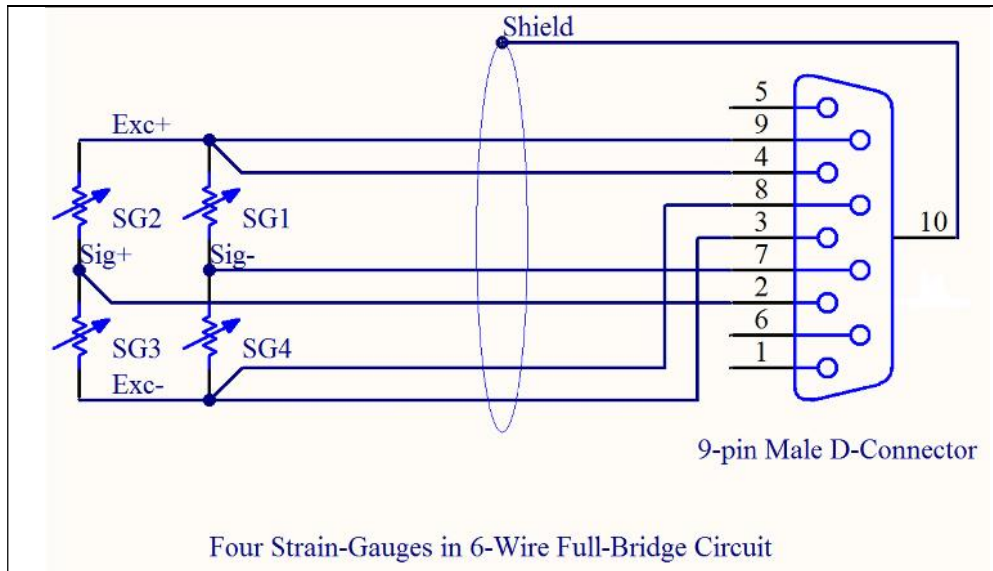
شکل (۵): شیوه اتصال کرنش‌سنج در آرایش یک‌چهارم-پل با مدار سه سیمی، شیلد کابل به بدنه فلزی D-کانکتور متصل می‌شود.



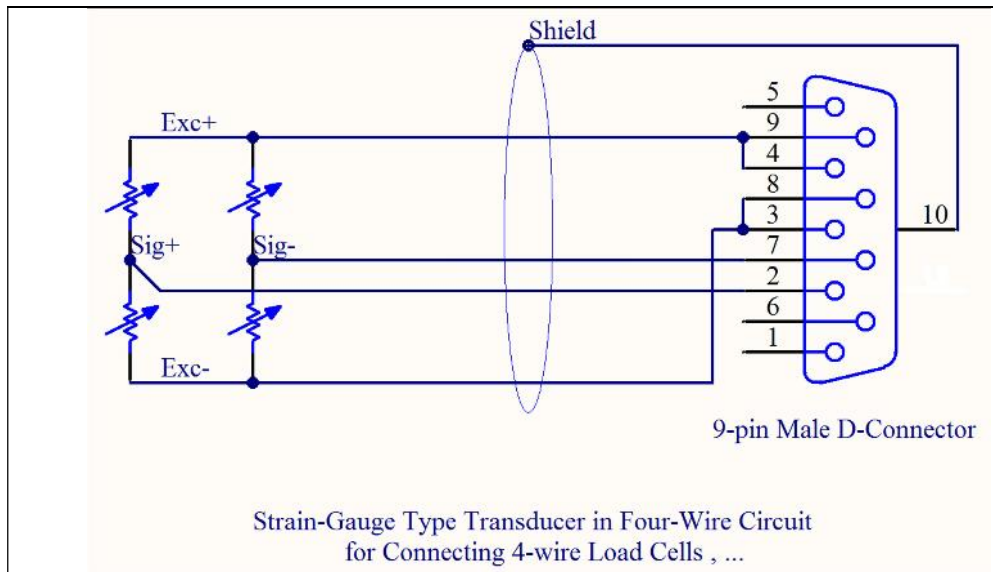
شکل (۶): شیوه اتصال دو کرنش‌سنج در آرایش نیم-پل خمشی با مدار پنج سیمی، شیلد کابل به بدنه فلزی D-کانکتور متصل می‌شود.



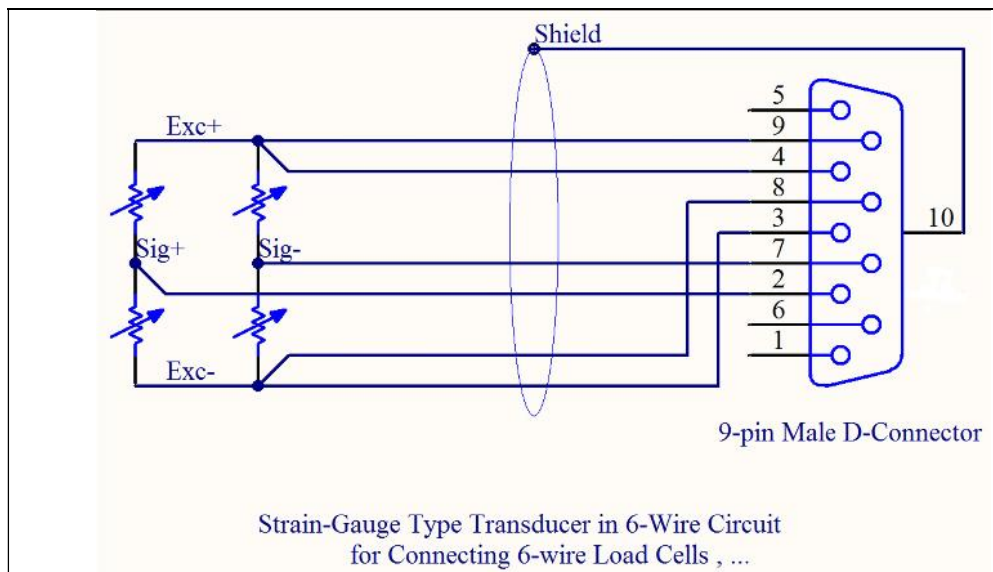
شکل (۷): اتصال چهار کرنش‌سنج در آرایش تمام-پل با مدار چهار سیمی، شیلد کابل به بدنه فلزی D-کانکتور متصل می‌شود.



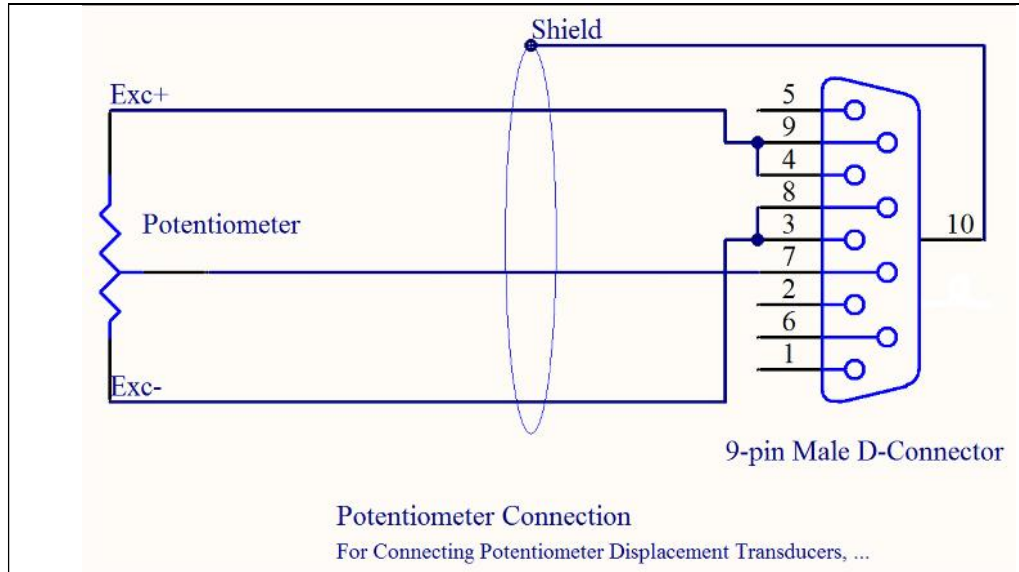
شکل (۸): اتصال چهار کرنش‌سنج در آرایش تمام-پل با مدار شش سیمی برای حذف مقاومت سیم. شیلد کابل به بدنه فلزی D-کانکتور متصل می‌شود.



شکل (۹): اتصال مبدل کرنش سنجی (مانند لودسل، جابجایی سنج، فشارسنج و شتابسنج کرنش-سنجی) در آرایش تمام-پل چهار سیمی. شیلد کابل به بدنه فلزی D-کانکتور متصل می‌شود.



شکل (۱۰): اتصال مبدل کرنش سنجی (مانند لودسل، جابجایی سنج، فشارسنج و شتابسنج کرنش-سنجی) در آرایش تمام-پل شش سیمی. شیلد کابل به بدنه فلزی D-کانکتور متصل می‌شود.



شکل (۱۱): اتصال مبدل های پتانسیومتری (مانند جابجایی سنج های پتانسیومتری یا خط کش های اهمی) و اتصال حسگرهای MEMS ولتاژی (مانند شتاب سنج های MEMS مدل ACC-1.7) شیلد کابل به بدنه فلزی D-کانکتور متصل می شود.

۴- نرم‌افزار SoftLogger

تنظیم پارامترهای سیستم‌های اندازه‌گیری خانواده UMS و کلیه عملیات داده‌برداری، مشاهده داده‌ها و ذخیره آنها صرفاً از طریق رایانه و از طریق برنامه SoftLogger قابل انجام است. برنامه SoftLogger توسط شرکت سازه حسگر رایان و در محیط برنامه‌نویسی^۱ LabVIEW نوشته شده است. در ادامه شیوه نصب نرم‌افزار و شیوه کار با آن بیان می‌شود.

۴-۱ راه‌اندازی نرم‌افزار SoftLogger

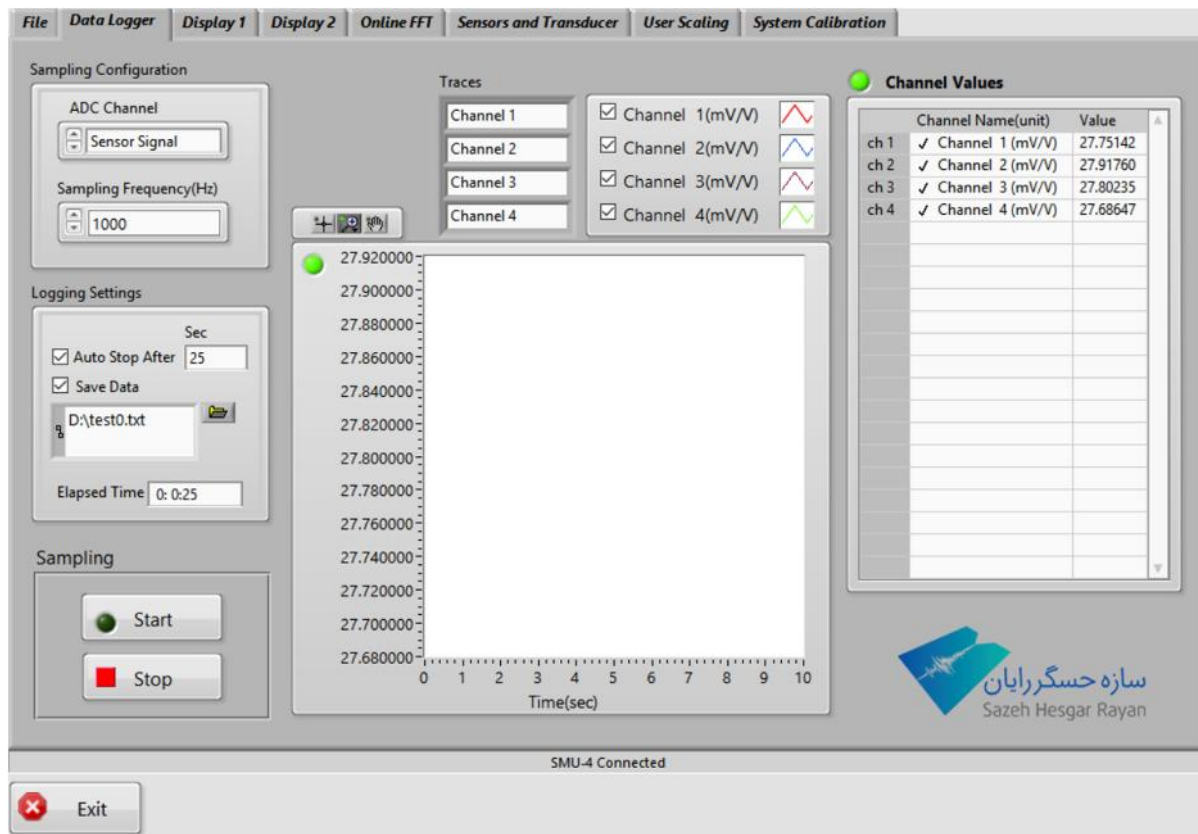
نصب نرم‌افزار شامل دو مرحله زیر است:

- ۱- نصب نسخه Run-time نرم‌افزار LabVIEW: شرکت سازه حسگر رایان نسخه Run-Time این نرم‌افزار را حین نصب، راه‌اندازی و تحویل دستگاه به مشتری تحویل می‌دهد و علاوه بر آن این نسخه به شکل رایگان از سایت شرکت National Instruments نیز قابل دانلود است.
- ۲- نصب درایور FTDI Win Driver: سیستم اندازه‌گیری UMS را از طریق کابل USB به رایانه متصل کنید. سیستم عامل ویندوز پیام می‌دهد که یک سخت‌افزار جدید پیدا کرده است. اگر رایانه به شبکه اینترنت متصل باشد، آنگاه کاربر می‌تواند اجازه دهد که خود سیستم عامل ویندوز درایور را یافته و آن را نصب کند. اگر امکان اتصال به اینترنت وجود نداشت، یا به هر علتی سیستم عامل ویندوز قادر به یافتن آن نبود، کاربر می‌تواند از درایوری که شرکت سازه حسگر رایان در اختیار مشتریان قرار می‌دهد استفاده کند. شرکت سازه حسگر رایان این درایور را حین نصب، راه‌اندازی و تحویل دستگاه به مشتری تحویل داده و آن را روی رایانه نصب می‌کند.

نصب نرم‌افزار با اجرای مراحل فوق به پایان می‌رسد. اکنون برنامه SoftLogger را مطابق با روند زیر اجرا کنید:

- ۱- سیستم اندازه‌گیری UMS را از طریق کابل USB به رایانه وصل کنید.
- ۲- سیستم اندازه‌گیری UMS را روشن کنید.
- ۳- برنامه SoftLogger را اجرا کنید. با اجرای برنامه، صفحه شکل (۱۳) نمایان می‌شود. اگر تمام مراحل به درستی انجام شده باشد، نام دستگاهی که به رایانه متصل شده در نوار زیرین برنامه نشان داده می‌شود (در شکل (۱۲) نام دستگاه UMS-4 است)

^۱ نرم‌افزار LabVIEW یکی از تولیدات شرکت National Instruments است که خود از تولید کنندگان تجهیزات اندازه‌گیری است.



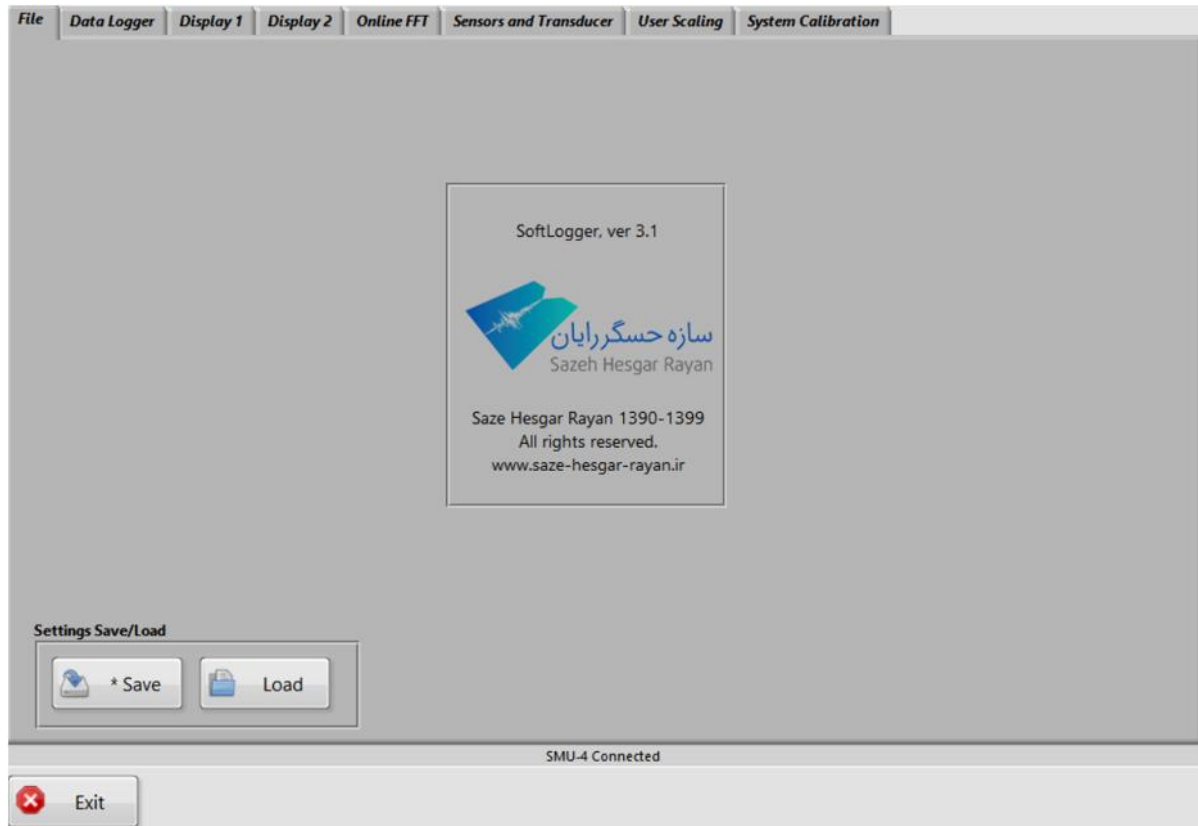
شکل (۱۲): بعد از نصب صحیح نرم‌افزار و اجرای برنامه SoftLogger صفحه فوق در مونی‌تور نشان داده می‌شود. در نوار زیرین این صفحه، نام سیستم اندازه‌گیری ای که به رایانه متصل شده نوشته می‌شود (در اینجا SMU-4 است).

۲-۴ برنامه داده‌برداری SoftLogger

برنامه SoftLogger هشت صفحه اصلی دارد که عبارتند از:

- ۱- صفحه File: برای ذخیره و بازیابی تنظیمات کلی سیستم اندازه‌گیری (بخش ۴-۲-۱)
 - ۲- صفحه Data Logger: برای داده‌برداری، نمایش و ذخیره داده‌های حسگرها و مبدل‌ها (بخش ۴-۲-۲)
 - ۳- صفحه Display1: برای نمایش شکل موج حسگرها و مبدل‌ها حین داده‌برداری (بخش ۴-۲-۳)
 - ۴- صفحه Display2: برای نمایش شکل موج حسگرها و مبدل‌ها حین داده‌برداری (بخش ۴-۲-۳)
 - ۵- صفحه Online FFT: برای محاسبه و نمایش تبدیل فوریه سریع سیگنال‌ها (بخش ۴-۲-۴)
 - ۶- صفحه Sensors and Transducers: برای ترکیب‌بندی کانال و انتخاب حسگرها و مبدل‌ها (بخش ۴-۲-۵)
 - ۷- صفحه User Scaling: برای تبدیل واحد و کالیبراسیون حسگرها و مبدل‌ها (بخش ۴-۲-۶)
 - ۸- صفحه System Calibration: برای کالیبراسیون دوره‌ای دستگاه (بخش ۴-۲-۷)
- یک نوار وضعیت در پایین صفحات وجود دارد که نام دستگاه اندازه‌گیری‌ای که به رایانه متصل شده در آن درج می‌شود. دکمه Exit در زیر نوار وضعیت و در سمت چپ واقع شده است. کاربر برای خروج از برنامه باید این دکمه را فشار دهد. زمانی که دستگاه در حال داده‌برداری است، این دکمه غیر فعال است و امکان خروج از برنامه وجود ندارد. در این مواقع کاربر باید ابتدا داده‌برداری را متوقف کند تا دکمه Exit مجدداً فعال شود، سپس با فشردن آن از برنامه خارج شود.

۴-۲-۱ صفحه **File**: در این صفحه دو دکمه Save و Load برای ذخیره و بازیابی تنظیمات برنامه SoftLogger وجود دارد (شکل ۱۳).



شکل (۱۳): صفحه File برای ذخیره و بازیابی تنظیمات سیستم اندازه‌گیری

تنظیمات به دو دسته تنظیمات سخت‌افزاری و تنظیمات نرم‌افزاری تقسیم می‌شوند.

تنظیمات سخت‌افزاری عبارتند از:

- ۱- فرکانس نمونه‌برداری سیستم اندازه‌گیری
- ۲- نوع حسگر یا مبدل متصل شده به هر کانال (برای مثال کرنش‌سنج یک‌چهارم-پل یا پتانسیومتر و ...)، ولتاژ تحریک هر کانال، ضریب تقویت هر کانال و وضعیت کالیبراسیون مقاومتی هر کانال

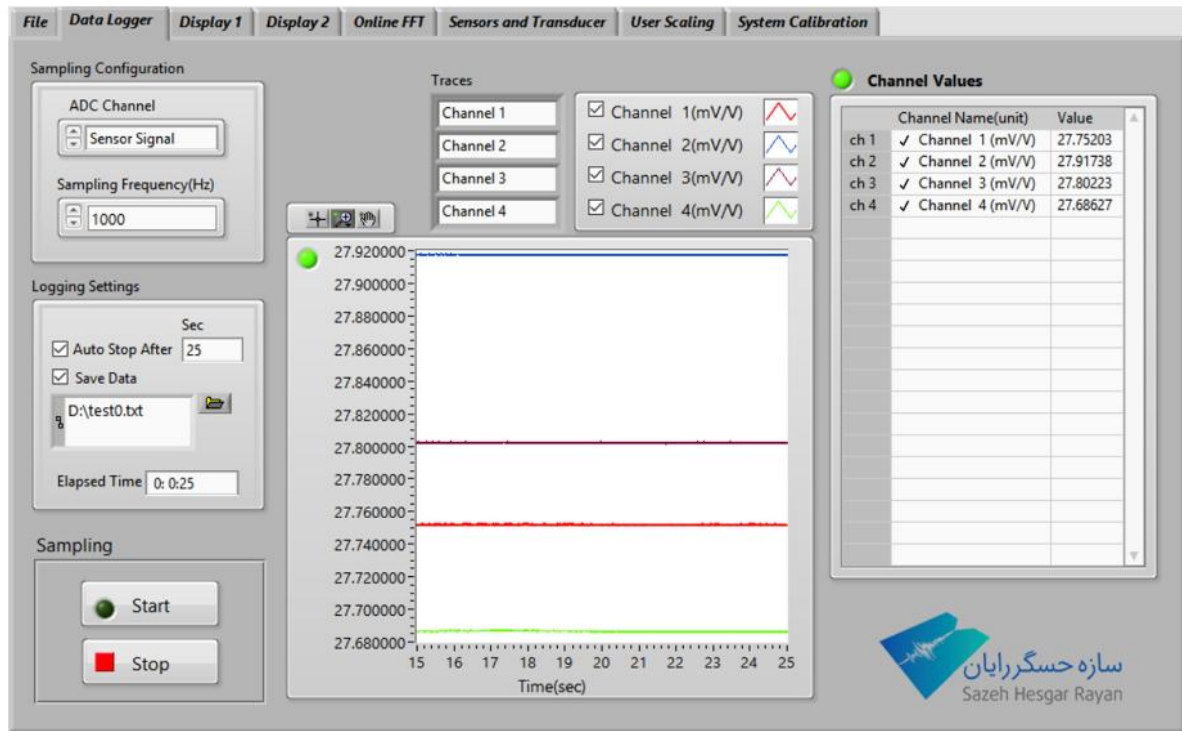
تنظیمات نرم‌افزاری عبارتند از:

- ۱- تنظیمات مربوط به داده‌برداری مانند زمان کل داده‌برداری (مثلاً ۱۰۰ ثانیه) یا نام فایل که قرار است داده‌ها در آن ذخیره شوند (Data File)
- ۲- تنظیمات نرم‌افزاری مربوط به حسگرها و مبدل‌ها مانند Sensitivity یا Gauge Factor و ...

- ۳- تنظیمات مربوط به Scaling هر کانال
 - ۴- تنظیمات مربوط به گراف‌های زمانی (فعال بودن گراف‌ها، حدود بالا و پایین محورهای مختصات، نمودارهای فعال در هر گراف)
 - ۵- تنظیمات مربوط به محاسبه و نمایش تبدیل فوریه سریع
- وقتی برنامه SoftLogger برای اولین بار روی یک رایانه اجرا می‌شود، تنظیمات آن به شکل پیش فرض تعیین می‌شود. اما در دفعات بعدی، تنظیمات مطابق با آخرین تغییراتی است که کاربر ایجاد کرده است.
- هر کاربر می‌تواند تنظیمات را بسته به نوع کاربری خود تغییر دهد و در پایان تمام تنظیمات را به نام دلخواه خود ذخیره کند تا در آینده از آن استفاده کند.

۲-۲-۴ صفحه Data Logger:

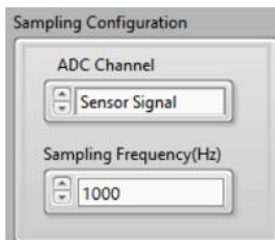
این صفحه امکاناتی شبیه به یک دیتالاگر را در اختیار کاربر قرار می‌دهد. فرکانس نمونه‌برداری، تنظیمات مربوط به ذخیره داده‌ها، نمایش داده‌ها و شروع و خاتمه داده‌برداری در این صفحه انجام می‌شود (شکل ۱۴).



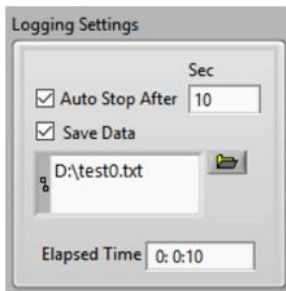
شکل (۱۴): صفحه Logging، داده‌برداری از کانال‌ها در این صفحه انجام می‌شود.

این صفحه از بخش‌های زیر تشکیل شده است:

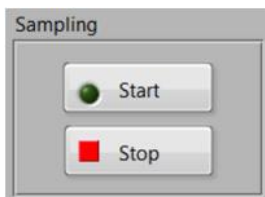
- بخش Sampling Configuration: فرکانس نمونه‌برداری در اینجا تنظیم می‌شود. اگر سیستم اندازه‌گیری از نوع UMS باشد، فرکانس نمونه‌برداری از ۰/۱Hz تا ۱kHz و اگر از نوع UMS باشد، بسته به مدل دستگاه از ۰/۱Hz تا ۵kHz یا ۱۰kHz قابل تنظیم است.



۲- بخش Logging Settings: در اینجا کاربر تعیین می‌کند که آیا داده‌برداری بی‌وقفه انجام شود یا پس از مدت معینی به شکل خودکار متوقف شود. حالت اخیر با فعال کردن گزینه Auto Stop After و وارد کردن زمان کل بر حسب ثانیه قابل انتخاب است. علاوه بر آن کاربر تعیین می‌کند که آیا داده‌های برداشت شده از حسگرها و مبدل‌ها در فایل ذخیره بشود یا خیر. حالت اخیر با فعال کردن گزینه Save Data و وارد کردن نام و آدرس فایل قابل انتخاب است. زمان سپری شده از آغاز داده‌برداری نیز در قسمت Elapsed Time نوشته می‌شود.



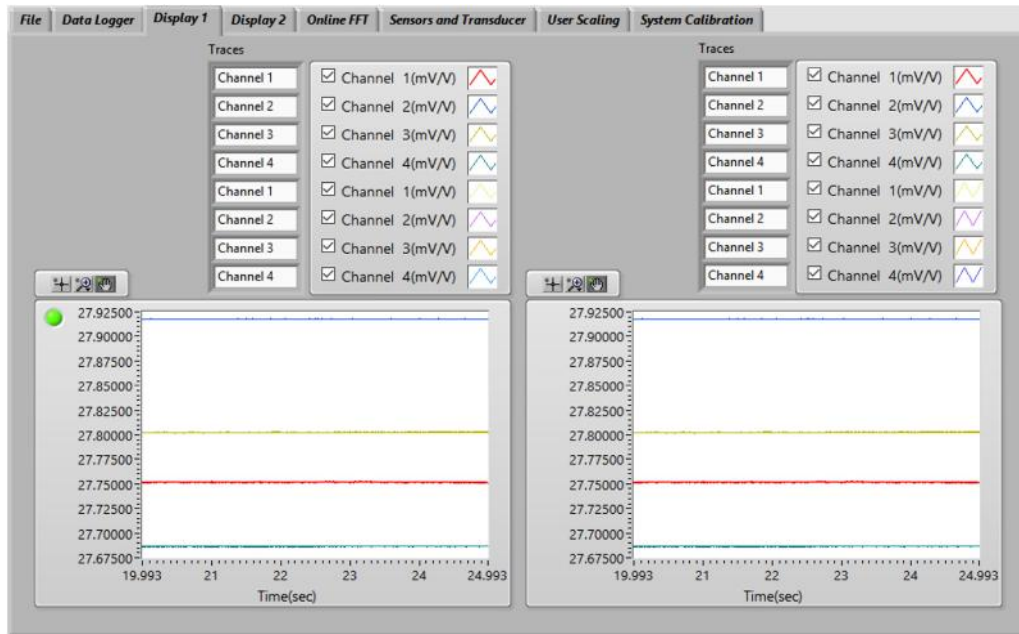
۳- بخش Sampling: در این بخش دو دکمه Start و Stop وجود دارد. با فشردن دکمه Start داده‌برداری شروع شده و چراغ سبز روی دکمه Start روشن می‌شود؛ همچنین دکمه‌های Exit و Load و Save و صفحات Sensors and Transducers و User Scaling و System Calibration غیر فعال می‌شوند. با فشردن دکمه Stop داده‌برداری متوقف شده و چراغ سبز دکمه Start نیز خاموش می‌شود؛ همچنین دکمه‌های Exit و Load و Save و صفحاتی که غیر فعال شده بودند مجدداً فعال می‌شوند.



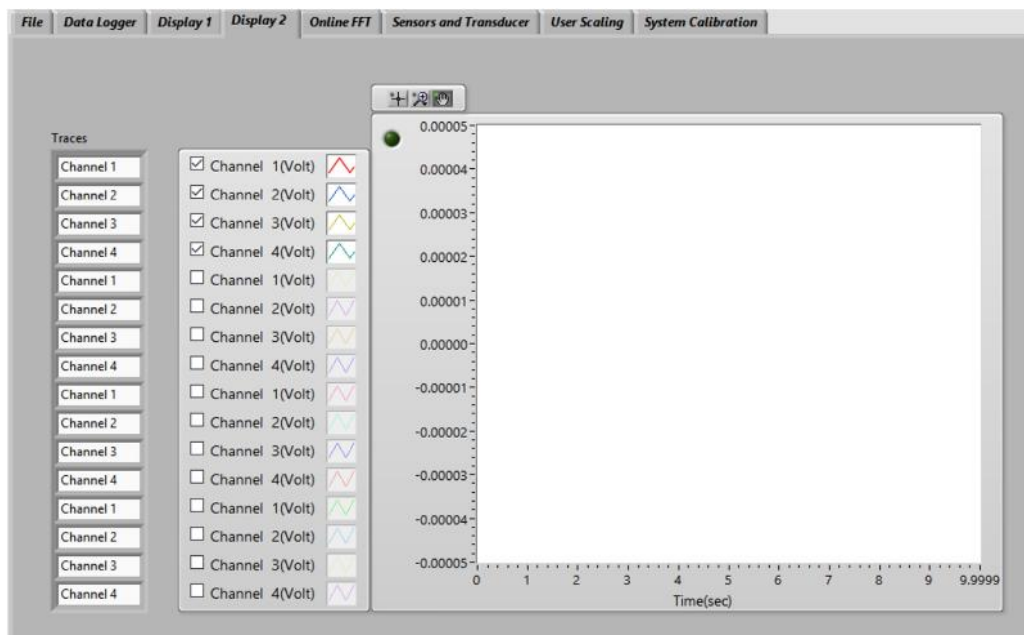
۴- گراف زمانی: در وسط صفحه Data Logger یک گراف وجود دارد که شکل موج چهار حسگر یا مبدل مختلف در آن قابل مشاهده است. کاربر می‌تواند در قسمت Traces از بین کانال‌های فعال دستگاه، چهار کانال را برای نمایش انتخاب کند. با انتخاب هر کانال، نام و واحد اندازه‌گیری آن کانال در برچسب بالای گراف نشان داده می‌شود. می‌توان با غیر فعال کردن Checkbox یک کانال، شکل موج آن را از صفحه گراف حذف نمود. در گوشه بالای سمت چپ گراف چراغ سبزی وجود دارد که با کلیک موس روشن/خاموش می‌شود. اگر این چراغ خاموش باشد، گراف متوقف شده و دیگر شکل موج‌ها را بروز رسانی نمی‌کند. در این شرایط شکل موج‌ها ثابت شده و امکان بررسی بیشتر آنها از طریق ابزار ذره‌بین واقع در بالای گراف میسر

۴-۲-۳ صفحات Display1 و Display2

این صفحات از نظر کارکرد شبیه هم هستند (شکل‌های ۱۵ و ۱۶) و شکل موج حسگرها و مبدل‌ها را نمایش می‌دهند.



شکل (۱۵): صفحه Display1 دو گراف دارد که هر کدام می‌تواند شکل موج ۸ کانال مختلف را در محور زمان نشان دهد.



شکل (۱۶): صفحه Display2 یک گراف دارد که می‌تواند شکل موج ۱۶ کانال مختلف را در محور زمان نشان دهد.

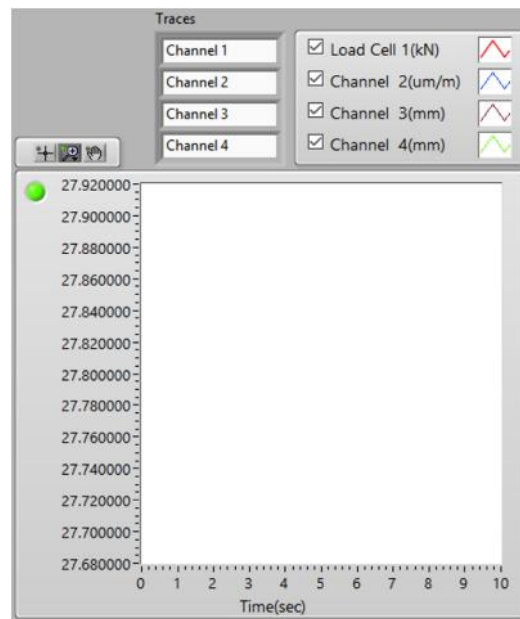
در صفحه Display1 دو گراف وجود دارد که کارکرد آنها شبیه به گراف موجود در صفحه Data Logger است با این تفاوت که گراف‌های این صفحه هر یک ۸ شکل موج مختلف را نمایش می‌دهند. فعال و غیر فعال کردن هر دو گراف توسط چراغ سبزی که در گوشه بالای سمت چپ گراف سمت چپ قرار دارد انجام می‌شود.

در صفحه Display2 نیز یک گراف وجود دارد که کارکرد آن شبیه به گراف صفحه Data Logger است با این تفاوت که ۱۶ شکل موج مختلف در آن نمایش داده می‌شود.

بهتر است حسگرها و مبدل‌هایی که شکل موجشان روی گراف مشترک رسم می‌شود، واحدهای اندازه‌گیری یکسانی داشته باشند. باید توجه داشت که شکل موج‌ها زمانی روی این گراف‌ها به نمایش در می‌آیند که کاربر دکمه Start در صفحه Data Logger را فشرده باشد و دستگاه در حال داده‌برداری باشد.

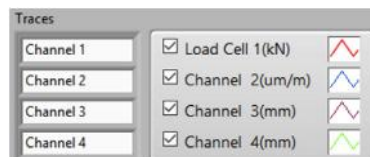
۴-۲-۳-۱ شگردهای کار با گراف‌ها

گراف‌ها در محیط LabVIEW امکانات مفیدی در اختیار کاربر قرار می‌دهند. در اینجا این امکانات و سایر امکاناتی که برنامه SoftLogger در اختیار کاربر قرار می‌دهد توضیح داده می‌شود (شکل ۱۷)



شکل (۱۷): یک گراف برای نمایش همزمان چهار شکل موج

۱- انتخاب کانال‌ها: در بالای هر گراف قسمتی به نام Traces وجود دارد که بسته به نوع گراف ۴ یا ۸ یا ۱۶ ردیف دارد و در هر ردیف شماره کانالی که قرار است شکل موجش در گراف نشان داده شود درج شده است. روبروی هر کانال، نام آن کانال، واحد اندازه‌گیری آن و رنگ نموداری که شکل موج با آن ترسیم می‌شود نیز نشان داده می‌شود. با کلیک روی شماره کانال در هر ردیف، منویی باز می‌شود که تمام کانال‌های فعال دستگاه در آن فهرست شده است و کاربر می‌تواند یکی را به دلخواه انتخاب کند.



۲- نمایش/عدم نمایش شکل موج یک کانال: روبروی هر کانال در قسمت Traces یک Checkbox وجود دارد. شکل موج کانال تنها زمانی در گراف نمایش داده می‌شود که Checkbox مربوط به آن فعال باشد (تیک خورده باشد)

۳- فعال/غیر فعال کردن گراف: هر گراف چراغ سبزی در گوشه بالای سمت چپ خود دارد که با کلیک موس روشن/خاموش می‌شود. با خاموش کردن چراغ، گراف دیگر بروز رسانی نمی‌شود و اصطلاحاً غیر فعال می‌شود (گراف سمت راست در صفحه Display1 این چراغ را ندارد و با چراغ گراف همسایه کنترل می‌شود). این قابلیت زمانی به کار می‌آید که کاربر بخواهد یک شکل موج را در حالت ایستا بررسی کند برای مثال بخواهد قسمتی از شکل موج یک کانال را با ابزار ذره‌بین نگاه کند.

۴- پاک کردن گراف: با کلیک راست کردن روی صفحه سفید رنگ هر گراف و انتخاب گزینه Clear Chart شکل موج‌های ترسیم شده در گراف پاک می‌شوند.

۵- استفاده از ابزار گراف: در گوشه بالای سمت چپ هر گراف نوار ابزاری وجود دارد. با استفاده از نماد ذره‌بین و موس می‌توان بخشی از شکل موج را بزرگنمایی کرد و با استفاده از نماد دست می‌توان شکل موج را با کمک موس حرکت داد.

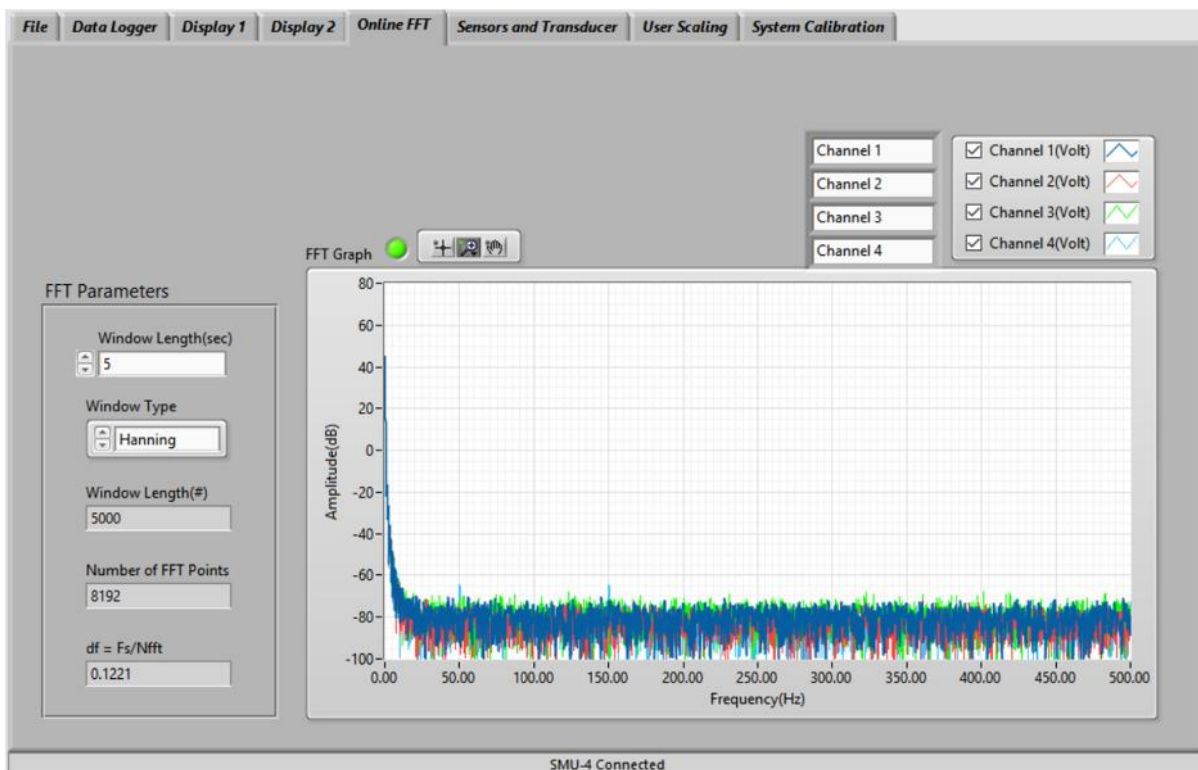


۶- تعیین حدود محور عمودی: کاربر می‌تواند حد بالا و پایین محور عمودی را به دلخواه تغییر دهد. برای مثال فرض کنید که یک جابجایی سنج با ظرفیت اندازه‌گیری ۵۰ میلی‌متر به کانال اول متصل است و تنظیمات صفحه Sensors and Transducers در بخش ۴-۲-۵ به درستی انجام شده است. بهتر است حد پایین و بالای محور عمودی به ترتیب روی ۰ و ۵۰mm تنظیم شود. برای اینکار روی یکی از محورهای راست-چپ کلیک کرده و از منوی باز شده گزینه Auto Scale Y را غیر فعال کنید. برای تعیین حد بالای محور عمودی، موس را روی بالاترین عدد محور عمودی برده و دوبار چپ-کلیک کنید تا عدد مذکور انتخاب شود، سپس عدد ۵۰ را تایپ کرده و کلید Enter را بفشارید. حد پایین محور نیز با دوبار چپ-کلیک روی پایین‌ترین عدد آن و وارد کردن عدد ۰ انجام می‌شود. با اینکار گستره محور عمودی روی ۰ تا ۵۰ تنظیم می‌شود.

۷- تعیین حدود محور افقی (زمان): مشابه با محور عمودی، حد بالا و پایین محور افقی نیز به دلخواه قابل تغییر است. برای مثال فرض کنید که کاربری بخواهد مقادیر یک لودسل را در زمان ۱۰ دقیقه داده‌برداری کند و نیز علاقه داشته باشد که شکل موج لودسل در بازه زمانی ۱۰ دقیقه در گراف به نمایش درآید. این کار با انتخاب حدود ۰ و ۶۰۰ ثانیه برای محور افقی قابل انجام است. برای تغییر حدود محور افقی ابتدا روی یکی از محورهای راست-چپ کلیک کرده و از منوی باز شده، گزینه Auto Sale X را غیر فعال کنید. سپس مشابه با آنچه که در مورد محور عمودی گفته شد، حد پایین و بالای را تنظیم کنید. به این نکته توجه داشته باشید که حاصل ضرب گستره محور افقی بر حسب ثانیه در فرکانس نمونه‌برداری نمی‌تواند از عدد ۵۰،۰۰۰ بیشتر باشد؛ زیرا اندازه بافر گراف‌ها برابر با ۵۰،۰۰۰ است.

۴-۲-۴ صفحه Online FFT

برنامه SoftLogger صرفاً یک برنامه داده‌برداری نیست. در صفحه Online FFT امکاناتی برای محاسبه و نمایش دامنه تبدیل فوریه سریع (FFT) چهار کانال حین داده‌برداری وجود دارد (شکل ۱۸). با دیدن FFT یک کانال می‌توان فهمید که چه فرکانس‌هایی در شکل موج آن کانال غالب هستند. گرافی که در این صفحه وجود دارد شبیه به گراف‌هایی است که در صفحات Display1 و Display2 بود با این تفاوت که محور افقی در این گراف به جای زمان، محور فرکانس است و حد بالای محور فرکانس نیز همیشه نصف فرکانس نمونه‌برداری است. واحد محور عمودی نیز دامنه FFT بر حسب dB است. امکاناتی مانند انتخاب کانال‌های مطلوب، نمایش/عدم نمایش FFT، فعال/غیر فعال کردن گراف، تعیین حدود محورهای افقی و عمودی نیز شبیه به گراف‌های زمانی انجام میشود و توضیحات بیشتر در بخش ۴-۲-۳-۱ شگردهای کار با گراف‌ها آمده است.



شکل (۱۸): صفحه Online FFT برای نمایش همزمان تبدیل فوریه سریع چهار کانال

در سمت چپ صفحه Online FFT قسمتی تحت عنوان FFT Parameters قرار داد که FFT کانال‌ها مطابق با پارامترهای تعیین شده در آن محاسبه می‌شود. این پارامترها عبارتند از:

- ۱- طول پنجره بر حسب ثانیه (Window Length): محاسبه FFT همیشه روی یک تکه از سیگنال انجام می‌شود. این تکه زمانی پنجره (window) نام دارد. هر چه طول پنجره کوچکتر باشد، محاسبات FFT با سرعت بالاتری انجام می‌شود ولی رزولوشن فرکانسی پایین‌تری دارد. با افزایش طول پنجره می‌توان به رزولوشن فرکانسی بالاتر دست یافت ولی این مزیت به بهای سنگین‌تر شدن محاسبات به دست می‌آید. بهتر است طول پنجره طوری انتخاب شود که حداقل یک دوره تناوب سیگنال را در بر بگیرد. برای مثال اگر فرکانس موجود در سیگنال حدوداً ۲Hz باشد، یعنی زمان تناوب آن حدوداً ۰/۵sec است و در این شرایط بهتر است طول پنجره کمتر از ۰/۵sec انتخاب نشود.
- ۲- نوع پنجره (Window Type): همانطور که گفته شد محاسبه FFT همیشه روی یک تکه از سیگنال انجام می‌شود. در واقع قطعه‌ای از سیگنال برش خورده و سپس محتویات فرکانسی همان قطعه با FFT محاسبه می‌شود. اگر برش سیگنال بدون هیچ ملاحظه‌ای انجام شود می‌تواند FFT را با خطا مواجه کند. برای مثال فرض کنید از یک سینوسی با دوره تناوب ۲ ثانیه برش‌های ۱/۵ ثانیه‌ای زده باشیم. با اینکار یک سینوسی ناقص خواهیم داشت که دارای ناپیوستگی‌هایی در دو طرف خود است. ناپیوستگی‌ها ذاتاً حاوی فرکانس‌های بالا هستند که در محاسبات FFT اثر گذاشته و باعث می‌شوند فرکانس‌هایی که اصلاً وجود خارجی نداشته‌اند در شکل موج FFT دیده شوند. با انتخاب Window مناسب می‌توان از بروز این ناپیوستگی‌ها جلوگیری کرد یا اثر آنها را به حداقل رساند. پنجره‌های مختلفی قابل انتخاب هستند که رایج‌ترین آنها Hanning و Hamming است.
- ۳- طول پنجره بر حسب تعداد نقاط (Window Length): حاصل ضرب طول پنجره بر حسب ثانیه در فرکانس نمونه برداری در این قسمت درج می‌شود. افزایش طول پنجره باعث افزایش رزولوشن فرکانسی می‌شود ولی حجم محاسبات را بیشتر می‌کند.
- ۴- تعداد نقاط FFT: الگوریتم محاسبه تبدیل فوری سریع در شرایطی که تعداد نقاط FFT توانی از دو باشد (برای مثال ۵۱۲ و ۱۰۲۴ و ...) سریع‌تر عمل می‌کند در برنامه SoftLogger همیشه نقاط FFT توانی از دو در نظر گرفته می‌شود. در واقع این عدد کوچکترین عددی است که توانی از دو است و از طول پنجره هم بزرگتر است.
- ۵- رزولوشن فرکانسی یا df: رزولوشن فرکانسی حداقل فاصله بین دو نقطه محاسبه شده FFT در محور فرکانسی است و با تقسیم فرکانس نمونه‌برداری بر تعداد نقاط FFT محاسبه می‌شود.

۴-۲-۵ صفحه حسگرها و مبدل‌ها (Sensors and Transducers)

تنظیمات سخت‌افزاری و اصلی مربوط به کانال‌ها مانند فعال/غیر فعال بودن کانال، نام کانال، نوع حسگر یا مبدل متصل شده به کانال، واحد اندازه‌گیری، ولتاژ تحریک و مشخصات کالیبراسیون مانند Sensitivity و ... در این صفحه اعمال می‌شود (شکل ۱۹).

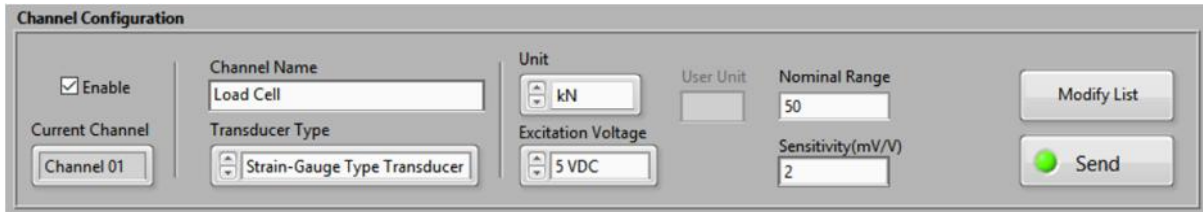
Name	Type	Unit	Excitation	Nominal Range	Sensitivity	GF	BF	R-Cal	Scaling	
ch 1	✓ Load Cell	Strain-Gauge Type Transducer	kN	5 VDC	50.000	2.000	---	---	Disabled	Disabled
ch 2	✓ Displacement	Potentiometer	mm	2.5 VDC	---	0.050	---	---	Disabled	Disabled
ch 3	✓ Strain Gauge 1	Quarter-Bridge Strain Gauge	um/m	2.5 VDC	---	---	2.110	1.000	Disabled	Disabled
ch 4	✓ Strain Gauge 2	Quarter-Bridge Strain Gauge	um/m	2.5 VDC	---	---	2.110	1.000	Disabled	Disabled

شکل (۱۹): صفحه Sensors and Transducers

در این صفحه یک فهرست به نام Transducer Configuration List وجود دارد که تنظیمات تمام کانال‌ها در آن قابل مشاهده است. برای تنظیم کانال‌ها مراحل زیر را انجام دهید:

- ۱- ابتدا با کلیک موس روی سطر متناظر با کانال در Transducer Configuration List کانال را انتخاب کنید
- ۲- تنظیمات کانال مانند واحد اندازه‌گیری، ولتاژ تحریک و ... را در Channel Configuration وارد کنید.
- ۳- دکمه Modify List را فشار دهید تا تنظیمات کانال در لیست Transducer Configuration List اعمال شود. با اینکار چراغ دکمه Send قرمز می‌شود که نشان دهنده این است که شما تنظیماتی را اعمال کرده-اید که هنوز به سیستم اندازه‌گیری منتقل نشده است.

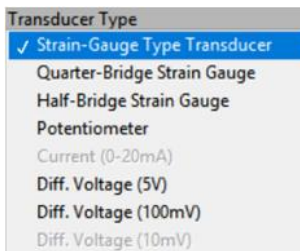
- ۴- سه بند فوق را برای تمام کانال‌هایی که قرار است تنظیم شوند انجام دهید.
- ۵- پس از اعمال تنظیمات تمام کانال‌ها، دکمه Send را فشار دهید تا برنامه SoftLogger تنظیمات لیست Transducer Configuration List را به سیستم اندازه‌گیری منتقل کند. با اینکار چراغ دکمه Send به نشانه اینکه تمام تنظیمات به سیستم اندازه‌گیری منتقل شده، سبز می‌شود.



شکل (۲۰): بخش Channel Configuration در صفحه Sensors and Transducers

فرآیند تنظیم کانال در بخش Channel Configuration به شرح زیر است (شکل ۲۰):

- ۱- فعال/غیر فعال کردن کانال (Enable): وقتی دکمه Start در صفحه Data Logger فشرده می‌شود، تنها شکل موج کانال‌های فعال نمایش داده شده و در صورت فعال بودن گزینه Save Data تنها داده‌های کانال‌های فعال ذخیره می‌شود. بنابراین با غیر فعال کردن کانال‌های بلااستفاده می‌توان حجم فایل خروجی را کاهش داد. فعال/غیر فعال کردن کانال با استفاده از Checkbox ای به نام Enable انجام می‌شود.
- ۲- نام کانال (Channel Name): به هر کانال می‌توان نام دلخواهی اختصاص داد. برای مثال Load Cell 1 یا Strain Gauge 2 و ...
- ۳- نوع مبدل (Transducer Type): بسته به نوع سیستم اندازه‌گیری انواع مختلفی از حسگرها و مبدل‌ها پشتیبانی می‌شوند که عبارتند از:



- مبدل کرنش‌سنجی (Strain Gauge Type Transducer): مبدل‌های کرنش‌سنجی خانواده‌ای از مبدل‌ها هستند که حسگر داخلی آنها یک پل وتستون کرنش‌سنجی است. برای مثال لودسل‌ها جزو مبدل‌های کرنش‌سنجی هستند. برخی از جایجایی‌سنج‌ها، فشارسنج‌ها و شتاب‌سنج‌ها نیز در خانواده مبدل‌های کرنش‌سنجی قرار می‌گیرند. برای اطلاع از این موضوع باید به برگه اطلاعات مبدل مراجعه نمود.
- کرنش‌سنج در آرایش یک‌چهارم-پل (Strain Gauge in Quarter-Bridge): کرنش‌سنج در آرایش‌های مختلفی قابل اتصال است که یکی از آنها آرایش یک‌چهارم-پل است. برای مثال وقتی یک کرنش‌سنج

- برای اندازه‌گیری کرنش سطحی یک ناحیه روی فولاد یا بتن و ... نصب می‌شود، باید از آرایش یک-چهارم-پل استفاده نمود. با انتخاب آرایش یک-چهارم-پل لازم است مقادیر Gauge Factor و Bridge Factor نیز وارد شود که در جای خود توضیح داده می‌شود.
- کرنش سنج در آرایش نیم-پل (Strain Gauge in Half-Bridge): زمانی که اندازه‌گیری اختلاف کرنش میان دو ناحیه از سطح نمونه مد نظر باشد، می‌توان از آرایش نیم-پل استفاده نمود. برای مثال تسمه-ای فولادی را در نظر بگیرید که قرار است کرنش خمشی آن اندازه‌گیری شود. برای اینکار دو کرنش-سنج در دو طرف آن و درست روبروی هم نصب شده و در آرایش نیم-پل به سیستم اندازه‌گیری متصل می‌شوند. با انتخاب آرایش نیم-پل لازم است مقادیر Gauge Factor و Bridge Factor نیز وارد شود که در جای خود توضیح داده می‌شود.
 - پتانسیومتر (Potentiometer): مبدل‌های پتانسیومتری همانطور که از نامشان مشخص است یک پتانسیومتر داخلی به عنوان حسگر دارند. یک مثال بارز از مبدل‌های پتانسیومتری جابجایی‌سنج‌هایی هستند که با نام خط‌کش‌های اهمی معروفند. برای اتصال شتاب‌سنج‌های ACC-1.7 شرکت سازه حسگر رایان به کانال نیز باید مبدل را از نوع پتانسیومتر انتخاب کرد.
 - ولتاژ دیفرانسیل (Diff. Voltage 5V): برای اندازه‌گیری ولتاژ در محدوده $\pm 5V$ این گزینه انتخاب شود.
 - ولتاژ دیفرانسیل (Diff. Voltage 100mV): برای اندازه‌گیری ولتاژ در محدوده $\pm 100mV$ این گزینه انتخاب شود.

- ۴- واحد اندازه‌گیری (Unit): واحد اندازه‌گیری کانال در این قسمت انتخاب می‌شود. بسته به نوع مبدل انتخاب شده، واحدهای مختلفی قابل انتخاب است. برای مثال وقتی مبدل کرنش‌سنجی انتخاب شده باشد، امکان انتخاب واحدهای mV/V و $\mu m/m$ وجود دارد. با انتخاب واحد $\mu m/m$ باید Gauge Factor و Bridge Factor مبدل نیز وارد شود. با انتخاب واحدهای مهندسی مانند kN و kg و mm و bar و ... باید مقادیر Nominal Range و Sensitivity (mV/V) نیز از روی برگه اطلاعات مبدل وارد شوند. اگر واحد مهندسی مد نظر در این لیست وجود نداشته باشد، کاربر می‌تواند گزینه User Unit را انتخاب کند و سپس واحد مد نظر خود را در قسمت User Unit وارد کند. اگر کرنش‌سنج در آرایش یک-چهارم-پل و نیم-پل انتخاب شود، امکان انتخاب واحدهای mV/V و $\mu m/m$ وجود دارد. با انتخاب واحد اخیر کاربر بایستی مقدار Gauge Factor را از روی برگه مشخصات کرنش‌سنج و مقدار Bridge Factor را از روی آرایش پل وارد کند. اگر مبدل از نوع پتانسیومتری یا ولتاژی باشد، امکان انتخاب واحد V یا ولتاژ وجود دارد. در این حالت واحدهای مهندسی دیگر را نیز می‌توان انتخاب کرد ولی باید Sensitivity مبدل را با واحد $V/unit$



- نیز وارد کرد. واحد اندازه‌گیری که در این قسمت انتخاب می‌شود، واحد خام نام دارد. کاربر بعداً در صفحه User Scaling می‌تواند واحد اندازه‌گیری خام را به واحد مهندسی دیگری تبدیل کند.
- ۵- ولتاژ تحریک (Excitation Voltage): بسته به نوع سیستم اندازه‌گیری دو نوع ولتاژ تحریک 2.5V و 5.0V قابل انتخاب است. انتخاب ولتاژ تحریک باید بر اساس برگه اطلاعات حسگر یا مبدل انجام شود. در برخی از مبدل‌ها تأکید شده است که از ولتاژ تحریک بیشتر از 2.5V نباشد.
- ۶- ظرفیت اسمی (Nominal Range) و حساسیت (Sensitivity(mV/V)): اگر مبدل انتخاب شده از نوع کرنش‌سنجی باشد، مثلاً یک لودسل باشد، و کاربر یکی از واحدهای مهندسی را انتخاب کرده باشد، آنگاه باید مقادیر ظرفیت اسمی و حساسیت مبدل را از روی برگه مشخصات مبدل در این قسمت‌ها وارد کند. برای مثال برای یک لودسل با ظرفیت ۵۰ kN و حساسیت ۲ mV/V باید مقدار Nominal Range را برابر با ۵۰ و Sensitivity(mV/V) را برابر با ۲ mV/V انتخاب نمود. در برخی برگه‌های اطلاعات به جای عبارت Sensitivity عبارت Rated Output استفاده شده است.
- ۷- حساسیت (Sensitivity(V/unit)): اگر مبدل انتخاب شده پتانسیومتری یا ولتاژی باشد و یکی از واحدهای مهندسی انتخاب شده باشد، این گزینه نیز فعال می‌شود. عددی که در این قسمت وارد می‌شود برای تبدیل مقادیر ولتاژ به مقادیر مهندسی استفاده می‌شود.
- ۸- فاکتور گیج (Gauge Factor) و فاکتور پل (Bridge Factor): اگر مبدل انتخاب شده کرنش‌سنج در آرایش یک‌چهارم-پل یا نیم-پل باشد و واحد اندازه‌گیری هم $\mu\text{m}/\text{m}$ انتخاب شده باشد، آنگاه کاربر باید این دو مقدار را نیز وارد کند. مقدار فاکتور گیج باید از روی برگه اطلاعات کرنش‌سنج خوانده شود و برای کرنش-سنج‌های رایج که از جنس کنستانتان هستند حدوداً برابر با ۲ است. اما فاکتور پل به آرایش پل بستگی دارد و برای مثال برای کرنش‌سنج تکی در آرایش یک‌چهارم-پل برابر با ۱ و برای دو کرنش‌سنج در آرایش نیم-پل که قرار است کرنش خمشی خالص را اندازه‌گیری کنند برابر با ۲ است.
- ۹- کالیبراسیون مقاومتی (R-Cal): این گزینه تنها زمانی فعال است که مبدل انتخاب شده یک کرنش‌سنج در آرایش یک‌چهارم-پل باشد. با اینکار یک مقاومت داخلی با مقاومت ۱۲۰ اهم پل و تستون موازی می‌شود و کرنشی مصنوعی به اندازه حدودی $500 \mu\text{m}/\text{m}$ ایجاد می‌کند. این گزینه برای آزمایش سلامت پل و تستون استفاده می‌شود و در شرایط عادی باید غیر فعال باشد.
- در ادامه این بخش چند مثال از تنظیم کانال بیان می‌شود.

مثال اول: در برگه مشخصات یک لودسل ظرفیت اندازه‌گیری ۵۰ kN و مقدار Rated Output یا Sensitivity آن برابر با ۲ mV/V نوشته شده است. همچنین توصیه شده که از ولتاژ ۵V برای تحریک آن استفاده شود. تنظیمات این کانال باید به شکل زیر انجام شود:

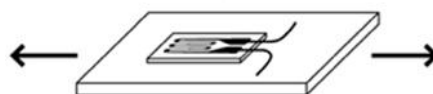
Parameter	Value
Enable	Yes
Channel Name	Load Cell 1
Transducer Type	Strain Gauge Type Transducer
Unit	kN
Excitation Voltage	5VDC
Nominal Range	50
Sensitivity(mV/V)	2

مثال دوم: در برگه مشخصات یک جابجایی‌سنج کرنش‌سنجی ظرفیت اندازه‌گیری ۲۵mm و مقدار Rated Output یا Sensitivity آن برابر با ۶/۲۵ mV/V نوشته شده است. همچنین توصیه شده که از ولتاژ ۲/۵V برای تحریک آن استفاده شود. تنظیمات این کانال باید به شکل زیر انجام شود:

Parameter	Value
Enable	Yes
Channel Name	Displacement 1
Transducer Type	Strain Gauge Type Transducer
Unit	mm
Excitation Voltage	2.5VDC
Nominal Range	25
Sensitivity(mV/V)	6.25

مثال سوم: یک کرنش‌سنج تکی مطابق شکل (۲۱) روی یک تسمه فولادی نصب شده است. در برگه مشخصات این کرنش‌سنج مقدار فاکتور گیج برابر با ۲/۱۱ نوشته شده است. تنظیمات کانال باید به شکل زیر انجام شود:

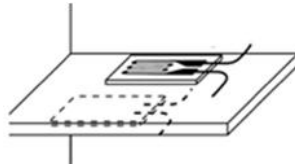
Parameter	Value
Enable	Yes
Channel Name	Strain Gauge 1
Transducer Type	Quarter-Bridge Strain Gauge
Unit	μm/m
Excitation Voltage	2.5VDC
Gauge Factor	2.11
Bridge Factor	1
R-Cal	Disabled



شکل (۲۱): شکل مربوط به مثال سوم، اتصال یک کرنش‌سنج در آرایش یک‌چهارم-پل به کانال

مثال چهارم: دو کرنش‌سنج تکی روی یک تسمه فولادی مطابق شکل (۲۲) نصب شده‌اند. هدف، اندازه‌گیری کرنش خمشی تسمه است. به این منظور دو کرنش‌سنج در آرایش نیم-پل به کانال متصل می‌شوند. در برگه مشخصات این دو کرنش‌سنج مقدار فاکتور گیج برابر با ۲/۱۱ نوشته شده است. تنظیمات کانال باید به شکل زیر انجام شود:

Parameter	Value
Enable	Yes
Channel Name	Strain Gauge 2
Transducer Type	Half-Bridge Strain Gauge
Unit	$\mu\text{m/m}$
Excitation Voltage	2.5VDC
Gauge Factor	2.11
Bridge Factor	2
R-Cal	Disabled



شکل (۲۲): شکل مربوط به مثال چهارم، اتصال دو کرنش‌سنج در آرایش نیم-پل به کانال

مثال پنجم: یک شتاب‌سنج ACC-1.7 ساخت شرکت سازه حسگر رایان به کانال متصل شده است. در برگه مشخصات این شتاب‌سنج ظرفیت $1/g$ ، حساسیت $1V/g$ و ولتاژ تغذیه مناسب $5V$ نوشته شده است. تنظیمات کانال باید به شکل زیر انجام شود:

Parameter	Value
Enable	Yes
Channel Name	Accelerometer
Transducer Type	Potentiometer
Unit	g
Excitation Voltage	5VDC
Sensitivity(V/unit)	1

مثال ششم: یک خط‌کش اهمی با ظرفیت 100mm به کانال متصل شده است. با فرض اینکه حساسیت این خط‌کش $0.05V/\text{mm}$ باشد، تنظیمات کانال باید به شکل زیر باشد:

Parameter	Value
Enable	Yes
Channel Name	Displacement 2
Transducer Type	Potentiometer
Unit	mm
Excitation Voltage	5VDC
Sensitivity(V/unit)	0.05 V/mm

۴-۲-۶ صفحه User Scaling

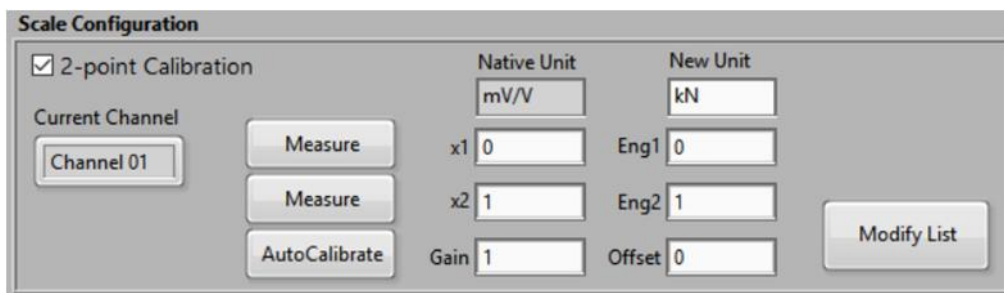
صفحه User Scaling خود شامل دو بخش است (شکل ۲۳): بخش مقیاس کردن حسگرها و مبدل‌ها (Scale Configuration) و بخش عملیات کانال (Channel Operation).

The screenshot displays the 'User Scaling' tab in the software. It includes a 'Scale Configuration' section with a '2-point Calibration' checkbox, 'Current Channel' dropdown (set to 'Channel 01'), and buttons for 'Measure', 'AutoCalibrate', and 'Modify List'. Below this is a 'User Scale Configuration List' table with columns for Channel Name, Value, Unit, Gain, Offset, Zero Value(Native), and Zero Value(Scale). The table lists four channels (ch 1 to ch 4) with their respective units (mV/V) and zero values. A 'Channel Operation' section on the right contains buttons for 'Read Channel', 'Zero Channel', and 'Disable Zero'. The status bar at the bottom indicates 'SMU-4 Connected'.

Channel Name	Value	Unit	Gain	Offset	Zero Value(Native)	Zero Value(Scale)
ch 1 ✓ LoadCell 1	0.00000	mV/V	---	---	-0.0278	---
ch 2 ✓ LoadCell 2	0.00000	mV/V	---	---	0.0450	---
ch 3 ✓ LoadCell 3	0.00000	mV/V	---	---	-0.0512	---
ch 4 ✓ LoadCell 4	0.00000	mV/V	---	---	0.0047	---

شکل (۲۳): صفحه User Scaling

۴-۲-۶-۱ مقیاس کردن حسگرها و مبدل‌ها: منظور از مقیاس کردن (Scaling) چیست؟ فرض کنید در آزمایشگاه لودسلی دارید که حساسیت (Sensitivity) آن نامعلوم است. برای این مبدل چه باید کرد؟ در این مواقع چنانچه به خطی بودن رفتار حسگر یا مبدل اطمینان داشته باشیم، می‌توان از قابلیت کالیبراسیون دو نقطه‌ای (2-point Calibration) استفاده کرد و ضریب کالیبراسیون حسگر یا مبدل را عملاً استخراج کرد. نحوه انجام کار برای یک لودسل در زیر توضیح داده شده است. ولی روند کالیبراسیون برای سایر حسگرها و مبدل‌ها مشابه همین روش است (شکل ۲۴):



شکل (۲۴): بخش مربوط به مقیاس کردن حسگر یا مبدل با روش کالیبراسیون دو نقطه‌ای

۱- انتخاب صحیح واحد خام یا Native Unit: واحد خام در واقع در صفحه Sensors and Transducers انتخاب می‌شود. از آنجا که ضرایب کالیبراسیون حسگر یا مبدل ناشناخته است، باید واحد خام را یکی از واحدهای الکتریکی انتخاب نمود. یعنی برای مبدل‌های کرنش‌سنجی و کرنش‌سنج در آرایش یک-چهارم-پل و نیم-پل واحد mV/V انتخاب شود. برای مبدل‌های پتانسیومتری و ولتاژی واحد V انتخاب شود و برای مبدل‌های جریانی واحد mA انتخاب شود. برای لودسل آزمایشگاه با فرض اینکه از نوع کرنش‌سنجی باشد، واحد mV/V انتخاب می‌شود. با فشردن دکمه Modify در صفحه Sensors and Transducers این تغییرات اعمال می‌شود.

۲- فعال کردن کالیبراسیون دو نقطه‌ای: در صفحه User Scaling کانال مورد نظر را در فهرست User Scale Configuration List انتخاب کنید سپس گزینه 2-point Calibration را در قسمت Scale Configuration فعال کنید. با اینکار دکمه‌های Measure و Auto Calibrate و مقادیر x1 و x2 و Eng1 و Eng2 و Gain و Offset فعال می‌شوند.

۳- انتخاب واحد جدید یا New Unit: واحد جدید را به دلخواه خود انتخاب کنید. در این مثال واحد kN را انتخاب می‌کنیم.

۴- اندازه‌گیری نقطه اول: لودسل را در وضعیتی قرار دهید که هیچ نیرویی به آن وارد نشود. سپس دکمه Measure در ردیف اول شکل (۲۴) را فشار دهید. با اینکار خروجی خام لودسل با واحد mV/V در محل x1 درج می‌شود. این خروجی معادل با نیروی صفر است. بنابراین در محل Eng1 مقدار 0 kN را درج کنید.

۵- اندازه‌گیری نقطه دوم: لودسل را با نیرویی معلوم مثلاً ۵ کیلونیوتن تحت نیرو قرار دهید. سپس دکمه Measure در ردیف دوم شکل (۲۴) را فشار دهید. با اینکار خروجی خام لودسل به ازای این نیرو با واحد mV/V در محل x2 درج می‌شود. سپس مقدار نیرویی که لودسل را با آن تحریک کرده‌اید در محل Eng2 درج کنید.

۶- فشردن دکمه Auto Calibrate: با فشردن دکمه Auto Calibrate ضرایب معادله درجه اول به نام‌های گین و افست محاسبه می‌شود.

۷- اعمال تنظیمات در فهرست User Scale Configuration List: با فشردن دکمه Modify گین و افست محاسبه شده را در فهرست User Scale Configuration List وارد کنید.

گاهی اوقات ضرایب کالیبراسیون حسگر یا مبدل معلوم هستند ولی کاربر به دلایلی قصد دارد واحد اندازه‌گیری را عوض کند. برای مثال ممکن است کاربر در صفحه Sensors and Transducers واحد mm را برای یک جابجایی سنج انتخاب کرده باشد ولی قصد داشته باشد داده‌ها را با واحد cm مشاهده و ذخیره کند. برای اینکار کافی است گزینه 2-point Calibration را برای کانال مذکور فعال کند، سپس در شکل (۲۴) واحد جدید (New Unit) را برابر با cm و مقدار Gain را برابر با 0/1 قرار دهد و سپس دکمه Modify را فشار دهد. تنظیمات این صفحه از طریق دکمه Save و Load در صفحه File قابل ذخیره و بازیابی هستند.

۲-۶-۲-۴ عملیات کانال (Channel Operation): در این بخش سه دکمه فشاری وجود دارد که عملکرد هر یک به شرح زیر است: (شکل ۲۵)

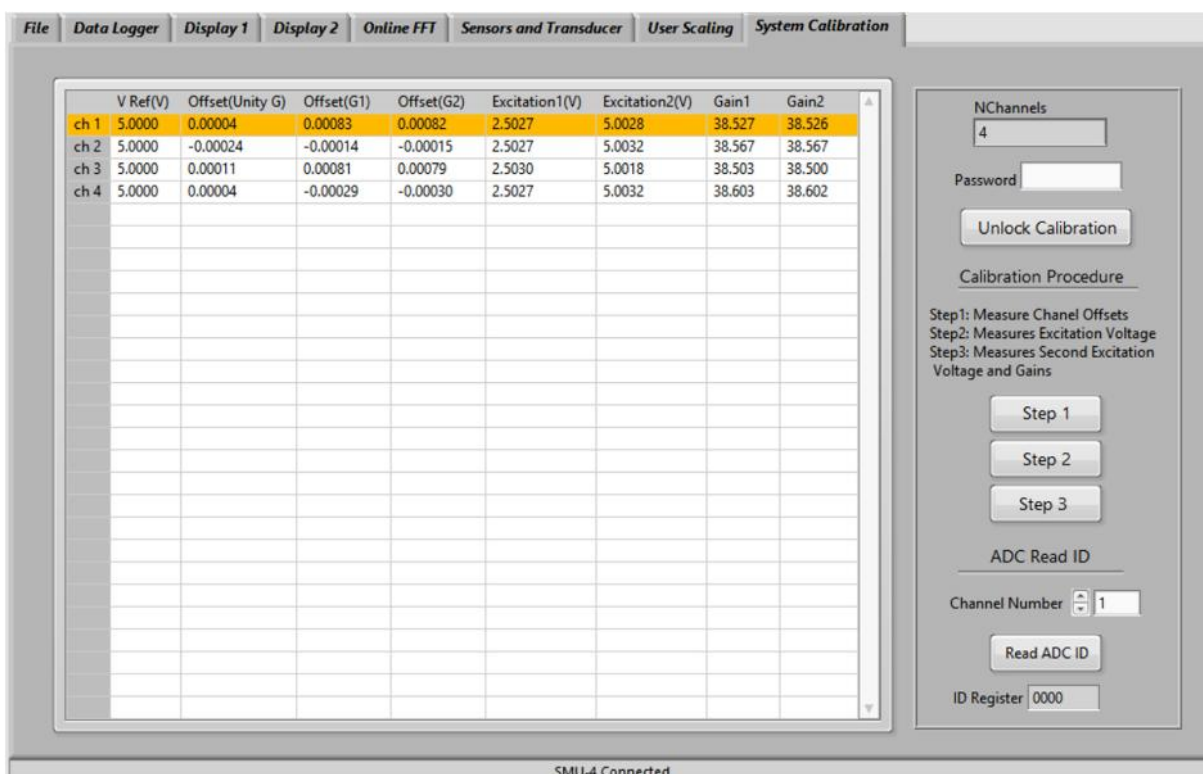
- ۱- خواندن مقدار کانال با دکمه Read Channel: با فشردن این دکمه مقدار کانالی که در فهرست User Scale Configuration List انتخاب شده است در سطر همان کانال در ستون Value نوشته می‌شود.
- ۲- صفر کردن کانال با دکمه Zero Channel: گاهی لازم است مقدار حسگر یا مبدل در وضعیت خاصی صفر شود. برای مثال فرض کنید در یک آزمایش از جابجایی‌سنجی استفاده شده که قرار است جابجایی یک نمونه آزمایشی تحت نیرو را اندازه‌گیری کند. بهتر است که جابجایی قرائت شده قبل از اعمال نیرو به نمونه آزمایشی برابر با صفر باشد در حالیکه در عمل ممکن است جابجایی‌سنج در این وضعیت مقدار غیر صفری را نشان دهد. با فشردن دکمه Zero Channel برنامه SoftLogger مقدار فعلی جابجایی‌سنج را خوانده و آن را تحت عنوان Zero Value ذخیره می‌کند. از این به بعد مقدار Zero Value را از تمام مقادیر قرائت شده از جابجایی‌سنج کسر می‌کند. بنابراین جابجایی قرائت شده در وضعیت اولیه برابر با صفر خواهد بود. استفاده از دکمه Zero Value برای کرنش‌سنج چه در آرایش یک‌چهارم-پل و چه در آرایش نیم-پل نیز ضروری است. زیرا تولرانس مقاومتی خود کرنش‌سنج و مقاومت سیم‌های رابط باعث می‌شود که کرنش قرائت شده از کرنش‌سنج حتی وقتی تنش برابر با صفر است غیر صفر باشد. بنابراین پس از اتصال کرنش-سنج به کانال و اعمال تنظیمات نرم‌افزاری لازم باید یکبار کرنش‌سنج را در وضعیتی قرار داد که تنش وارده به آن صفر باشد و سپس دکمه Zero Channel را فشار داد.
- ۳- غیر فعال کردن مقدار صفر با دکمه Disable Zero: با فشردن این دکمه مقدار Zero Value که در مرحله دوم ذخیره شده بود، ریست شده و برابر با صفر می‌شود.



شکل (۲۵): بخش عملیات کانال برای خواندن مقادیر کانال و صفر کردن کانال و غیر فعال کردن مقدار صفر کانال

۴-۲-۷ صفحه کالیبراسیون سیستمی (System Calibration)

در این صفحه امکاناتی برای کالیبره کردن سیستم اندازه‌گیری وجود دارد (شکل ۲۶). این عملیات یکبار در شرکت سازه حسگر رایان انجام می‌شود و به درخواست مشتری در فواصل زمانی یکساله نیز قابل انجام است.



	V Ref(V)	Offset(Unity G)	Offset(G1)	Offset(G2)	Excitation1(V)	Excitation2(V)	Gain1	Gain2
ch 1	5.0000	0.00004	0.00083	0.00082	2.5027	5.0028	38.527	38.526
ch 2	5.0000	-0.00024	-0.00014	-0.00015	2.5027	5.0032	38.567	38.567
ch 3	5.0000	0.00011	0.00081	0.00079	2.5030	5.0018	38.503	38.500
ch 4	5.0000	0.00004	-0.00029	-0.00030	2.5027	5.0032	38.603	38.602

شکل (۲۶): صفحه System Calibration

۵- گام‌های اندازه‌گیری

گام‌های اندازه‌گیری به شرح زیر است:

- ۱- اتصال دستگاه اندازه‌گیری به رایانه و روشن کردن آن
 - ۲- اجرای نرم‌افزار SoftLogger و اطمینان از اینکه نام سیستم اندازه‌گیری در نوار پایینی برنامه درج شده است.
 - ۳- انجام تنظیمات حسگرها و مبدل‌ها در صفحه Sensors and Transducers مطابق با بخش ۴-۲-۵
 - ۴- اتصال حسگرها و مبدل‌ها به کانال‌های دستگاه (فرض شده که قبلاً D-کانکتورهای نری مطابق بخش ۳ به سر کابل‌های حسگرها و مبدل‌ها لحیم شده‌اند)
 - ۵- مقیاس کردن حسگرها و مبدل‌ها در صورت نیاز در صفحه User Scaling مطابق با بخش ۴-۲-۶
 - ۶- تعیین فرکانس نمونه‌برداری و انجام تنظیمات مربوط به داده‌برداری در صفحه Data Logger مطابق با بخش ۴-۲-۲
 - ۷- ذخیره کردن تنظیمات انجام شده در صفحه File مطابق با بخش ۴-۲-۱ در صورت نیاز
 - ۸- اجرای داده‌برداری
 - ۹- بستن نرم‌افزار از طریق فشار دادن دکمه Exit در گوشه پایین سمت چپ برنامه
- اگر کاربر قبلاً تنظیمات دستگاه را اعمال و ذخیره کرده باشد، به جای اجرای بندهای ۳ و ۵ و ۶ می‌تواند فقط فایل پارامترها را از صفحه File بارگذاری کند. ولی برای انتقال تنظیمات سخت‌افزاری به UMS-4/8/12/16 لازم است که دکمه Send در صفحه Sensors and Transducers یکبار فشار داده شود.

۶- رفع ایرادهای محتمل

سیستم‌های اندازه‌گیری UMS سیستم‌های مقاومی هستند و عموماً ایرادها ناشی از استفاده ناصحیح دستگاه است که در اینجا نمونه‌هایی از آن بیان می‌شود:

- ۱- کابل‌های تغذیه ۲۲۰ ولت: کابل‌های تغذیه‌ای که در بازار وجود دارد کیفیت‌های متنوعی دارد. استفاده از یک کابل تغذیه با کیفیت پایین به دلیل اتصال ارت ضعیف می‌تواند بر عملکرد دستگاه در محیط‌های پر نویز اثر بگذارد. بنابراین یا از کابل تغذیه‌ای که توسط شرکت ارائه شده است استفاده شود یا از کیفیت کابل تغذیه موجود اطمینان حاصل شود.
- ۲- در تغذیه دستگاه با برق شهر اطمینان حاصل شود که ارت محل کیفیت بالایی داشته باشد.
- ۳- کابل USB که به همراه محصول ارائه شده است کابلی با کیفیت و مجهز به فریت بید است. از کابل‌های USB متفرقه برای اتصال دستگاه به کامپیوتر استفاده نشود.
- ۴- از کابل‌های شیلد دار برای اتصال حسگر/مبدل‌ها به دستگاه استفاده کنید. شیلد کابل باید به بدنه فلزی کانکتور لحیم شود.
- ۵- سیستم اندازه‌گیری UMS-4/8/12/16 به کامپیوتر وصل است ولی داده‌برداری انجام نمی‌شود: از روشن بودن دستگاه اطمینان حاصل کنید.
- ۶- دستگاه روشن نمی‌شود: کابل برق و فیوز داخل ورودی کابل برق را بررسی کنید.
- ۷- اتصال بدنه فلزی دستگاه به بدنه نمونه آزمایشی: در مواقعی که نمونه آزمایشی فلزی است اتصال بدنه فلزی دستگاه به بدنه فلزی نمونه می‌تواند نویز ۵۰Hz ناشی از اختلاف ولتاژ بین ارت دستگاه و بدنه نمونه آزمایشی را به حداقل برساند. همچنین اتصال بدنه فلزی نمونه آزمایشی به ارت محل نیز در کاهش این نویز مؤثر است.

۷- پشتیبانی

شرکت سازه حسگر رایان محصولات خود را به مدت یک سال از تاریخ عقد قرارداد پشتیبانی می‌کند به این معنی که چنانچه مشکلی در عملکرد دستگاه مشاهده شد نسبت به رفع آن اقدام خواهد نمود. با اینحال مشکلاتی که ناشی از استفاده ناصحیح از دستگاه باشد مانند سقوط ناخواسته دستگاه از ارتفاع یا غوطه‌ور شدن در آب یا دو فاز شدن برق ورودی و ... مشمول پشتیبانی رایگان نیست ولی با دریافت هزینه قابل رفع است.