



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Actualización de equipo de
sonido y realización de pruebas
en abridores de garaje de la
empresa Chamberlain**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecatrónico

P R E S E N T A

Victor Manuel Ramírez Rodríguez

ASESOR DE INFORME

M.A. Luis Yair Bautista Blanco



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2025



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL
(Titulación con trabajo escrito)**



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado ACTUALIZACION DE EQUIPO DE SONIDO Y REALIZACION DE PRUEBAS EN ABRIDORES DE GARAJE DE LA EMPRESA CHAMBERLAIN que presenté para obtener el título de INGENIERO MECATRÓNICO es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

VICTOR MANUEL RAMIREZ RODRIGUEZ

Número de cuenta: 307120261

Índice

1. Introducción y objetivo.....	1
2.Descripción de la empresa o medio en que labora.....	3
3. Antecedentes.	6
4. Definición del problema o contexto de la participación profesional.....	8
5. Metodología utilizada.....	11
6. Resultados	18
7. Conclusiones	23
8. Bibliografía.....	25
9. Anexos	26

1. Introducción y objetivo

Dentro de la empresa Chamberlain trabajé en el Laboratorio de Pruebas y Metrología, en éste me desempeñé principalmente en la realización de pruebas a sus productos, las cuales fueron de diferente ámbito; de forma paralela desarrollé actividades y proyectos con el objetivo de mejorar la eficiencia y obtención de resultados. También ayudé a mantener a la vanguardia a la compañía como por ejemplo con la actualización y puesta en marcha de equipo.

Debido a la amplia naturaleza y número de las pruebas que realicé, en este informe expondré mis actividades referentes en una de las pruebas en las cuales más me desarrollé: la prueba de sonido y vibración.

El objetivo de esta prueba consiste en poder contar con una medida del sonido y vibración que emiten los operadores abridores de garaje simulando lo que experimentaría un usuario y que estos niveles se encuentren dentro de cierto rango, ya sea de operación o, entre otras cosas, de alarma ante alguna obstrucción.

La prueba de sonido busca evaluar estos niveles, sin embargo, esto se utiliza comúnmente también para examinar cambios en el producto o mejoras, y se valida que estos cambios no afecten negativamente o causen que el producto salga de especificaciones, podría ser por ejemplo un cambio en alguna pieza.

Asimismo, hablaré de la mejora y actualización que realicé para esta prueba, así como la configuración de nuevo equipo, las capacidades de éste y el análisis que se es capaz de obtener para nuestra particular aplicación en este tipo de prueba.

Esta mejora tiene como objetivo el mantener a la vanguardia al laboratorio, debido al tipo de pruebas necesarias dentro del laboratorio es requerido contar con una posibilidad de análisis más detallado, el cual no era posible de realizar con el equipo previo.

Estos análisis consisten, entre otras cosas, en poder identificar particularidades dentro de cada prueba, causas de origen de sonido y vibración durante la operación de las unidades, edición de señales para poder discriminar o aislar ciertas frecuencias en específico, etc. Todos los datos referentes a sonido manejados en este documento se encuentran expresados en dB y la vibración en m/s^2 .

En este reporte y debido a las políticas de la empresa con respecto a la divulgación de información confidencial hice mención a algunos softwares de manera un tanto genérica, así mismo presenté un ejemplo de un set de pruebas, sin embargo, los datos mostrados en ellas son puramente ilustrativos y no son realmente datos reales sobre los productos de Chamberlain, esto es con la intención solamente de mostrar un ejemplo de este tipo de pruebas.

Para cada una de estas actividades fue necesaria la aplicación de conocimiento y puesta en marcha de análisis obtenido durante mi formación como ingeniero. En el caso de la realización de

pruebas, debido a que éstas son de diferente tipo, (eléctricas, mecánicas, funcionales, etc.) la formación obtenida tuvo un papel vital, ya que sentó las bases para poder comprender y realizar de forma correcta las actividades requeridas, además, el conocer la raíz del funcionamiento de la naturaleza de forma clara me dio la firmeza y seguridad para poder proponer mejoras y para poder realizar mi trabajo superando las expectativas al traer a la mesa una perspectiva y análisis ingenieril y no solo la pura realización de las pruebas sin más. Particularmente en la prueba de sonido y vibración y en el proyecto de mejora y actualización se aplicaron las bases de análisis estadístico, mecánico, eléctrico e instrumentación.

Mi objetivo al haber laborado en esta empresa fue el poder aplicar los conocimientos adquiridos durante mi preparación en la universidad y ampliarlos, uno de los temas de mi interés es precisamente la automatización de hogares, domótica, y siempre un fuerte deseo de entender, aprender, dominar, aplicar y conocer nuevos conocimientos.

2. Descripción de la empresa o medio en que labora

Chamberlain Group es una compañía que centra sus actividades en soluciones de acceso inteligente en propiedades residenciales y comerciales, algunas de sus diferentes marcas destacadas son LiftMaster®, Chamberlain®, Merlin® y Grifco®

Tiene su sede corporativa en Estados Unidos, Illinois, junto con plantas de producción en México y otros países. La empresa tiene presencia global, algunos países como Canadá, Alemania, Australia, Nueva Zelanda, China, Hong Kong y Taiwán.

Sus productos se apoyan en un sistema en la nube llamado MyQ®, brindando a los clientes soluciones de acceso inteligente a través de garajes, hogares, comunidades, negocios e instalaciones de almacenamiento.

Dentro del ámbito residencial se enfoca en una gran variedad de abridores de garaje, así como en muchos accesorios y en su conectividad.

Para el área automotriz se ha asociado con fabricantes de equipos originales y distintos proveedores, desarrollando soluciones de acceso que potencian experiencias de conducción más atractivas, conectando el vehículo a portones, puertas de garaje y hogares.

Hacia la zona comercial brinda una amplia gama de operadores personalizables para que puedan adaptarse a cualquier entorno. Su negocio comercial incluye Controlled Products Systems Group, un distribuidor mayorista líder de equipos de control de acceso perimetral en los EE. UU., y Systems, LLC, el cual es uno de los principales fabricantes de niveladores de andén de América del Norte.

La visión de la compañía se enfoca en ayudar a sus clientes a acceder y a proteger lo que más importa en su mundo, sin embargo, dentro de ellos se encuentra, por ejemplo, el presentar oportunidades para ofrecer tiempo o dinero a causas que beneficien a comunidades, promover la igualdad y proteger el medio ambiente.

Dentro de la estrategia de la compañía se encuentra el transformar las soluciones de acceso, conectar a las personas, optimizar el núcleo y el lograr que se cumplan los objetivos tanto de clientes como de empleados y de la empresa.

Los valores que caracterizan a la compañía son:

- La creatividad (Desafiamos suposiciones, innovamos e imaginamos lo que podría ser. Tomamos riesgos y prosperamos frente a los desafíos porque sabemos que son necesarios para crecer)
- La pasión (Amamos lo que hacemos y se nota. Estamos dedicados a la calidad y la seguridad y tomamos la iniciativa para ofrecer excelencia)
- El ser auténtico, (Somos transparentes, inclusivos y sinceros. Operamos con integridad, inspiramos confianza y respetamos diversas perspectivas)

- Atrevido (Nunca nos rendimos. Nos unimos para lograr más de lo que jamás creímos posible)
- Divertido. (Trabajamos duro pero nunca nos olvidamos de reír. Disfrutamos de nuestro trabajo y de los demás; Celebramos nuestras victorias juntos)

Referenciado de: Chamberlain Group, "About Us," Chamberlain Group LLC, 2025. [en línea]. Disponible en: <https://chamberlaingroup.com/about-us>. [Consultado el: 10-junio-2024].

Descripción del puesto de trabajo o labor que desempeñó:

El puesto que ocupé es el de Técnico de pruebas, en el fui responsable de realizar pruebas a los productos de Chamberlain las cuales fueron de diferentes tipos: mecánicas, electromecánicas, electrónicas, de firmware, y de software para el desarrollo de productos. Esto incluyó pruebas de funcionalidad del producto, ambientales, de sonido y vibración, depuración de funciones de software, EMC (compatibilidad electromagnética), ESD (descargas electrostáticas), EFT (transitorios eléctricos), subida de tensión, radiofrecuencia y emisión radiada según los requisitos reglamentarios de Chamberlain, IEC (International Electrotechnical Commission), FCC (Federal Communications Commission) y UL (Underwriters Laboratories). Para ello fue necesaria la capacidad de leer e interpretar los procedimientos de prueba del producto, analizar y construir placas de circuito impreso y usar accesorios electromecánicos junto con la documentación, el análisis y el resumen de los resultados según dichos requisitos.

Dentro de mis actividades configuré y ejecuté pruebas según los planes escritos o verbales de los productos de Chamberlain, registré, analicé y comuniqué los resultados de las pruebas, realicé un seguimiento de los defectos, participé en estudios R&R (repetibilidad y reproducibilidad) y cumplí con los estándares Lean 6S.

Participé como miembro del equipo de ingeniería para rastrear y mantener programas de trabajo de prueba en múltiples proyectos.

Operé una variedad de equipos de prueba manuales y automatizados, incluidos sistemas de adquisición de datos, cámaras ambientales, cámaras de radiofrecuencia, cámaras acústicas, equipos de prueba de EMC, pruebas de rango de campo, instrumentación de pruebas eléctricas, sistemas de vibración y una variedad de transductores de medición.

Realicé pruebas de EMC de emisiones de RF, sensibilidad de RF, inmunidad radiada y conducida, así como pruebas de regresión (pruebas de software con el objeto de descubrir errores/bugs, carencias de funcionalidad, o divergencias funcionales con respecto al comportamiento esperado del software, causados por la realización de un cambio en el programa) en productos utilizando métodos manuales y automatizados. Participé en análisis de defectos, análisis de causa raíz, estudié el impacto en la funcionalidad del producto y entregué información clave sobre el rendimiento y los defectos observados del producto. Modifiqué muestras de prueba según fuese requerido, ayudé con la construcción de accesorios de prueba.

Trabajé con mi supervisor para planificar cronogramas y con el equipo de ingeniería de pruebas para revisar procedimientos de prueba, hacer sugerencias a los mismos para mejorar claridad y mantenerlos actualizados, proporcioné información para proyectos de automatización y diseño de accesorios de prueba personalizados.

Para ocupar la posición el perfil requerido era estar estudiando o tener una carrera afín a ingeniería mecánica, eléctrica o en sistemas y el dominio básico de lectura y redacción en inglés y preferentemente conversacional. Deseable el conocimiento básico de equipo de medición.

El proceso de capacitación requerido consistió en una serie de pasos, primeramente, conocer la planta y sus áreas, para después tomar cursos de introducción con los valores y objetivos de la compañía, a continuación, un mentor me fue asignado el cual me mostró mis actividades principales, procesos, herramientas y me asistió en los primeros meses para poder integrarme y pudiese desarrollar las tareas asignadas.

3. Antecedentes.

Para poder diseñar y comercializar cualquier producto es necesario que este cumpla con ciertas especificaciones de uso, desde eléctricas, mecánicas, de seguridad, uso, etc. Revisar el cumplimiento de estos aspectos fue una de mis actividades, sin embargo, es común en ocasiones como usuarios de estos productos no seamos conscientes de estos estándares hasta que se presenta alguna situación peligrosa o al menos incómoda. Este es el caso por ejemplo del ruido que genera el dispositivo. Durante el funcionamiento de ciertos productos suele ocurrir que sea incómodo o lastime la cantidad de ruido que estos emiten, en particular aquellos que tienen partes móviles o con motores. Debido a su naturaleza es inevitable o incluso esperado que estos productos emitan sonido, lo importante es que este ruido se presente bajo niveles adecuados para evitar algún daño a los usuarios o incomodidad.

Sin embargo, recordemos que a veces es intencional el sonido al colocar alarmas para avisar sobre cierto comportamiento o evento, estos eventos también son considerados al momento de diseñar un producto, de sus pruebas y validaciones.

Así mismo el caso de la vibración de un producto toma un papel importante, ya que si una vibración excesiva se presenta es probable que los componentes pudiesen llegar a verse afectados, con daño o desensamble tras un repetido y constante uso.

Si tomamos en cuenta la naturaleza del sonido recordamos que éste es resultado de un efecto mecánico en las partículas, las cuales al moverse y desplazarse sobre el medio ambiente generan las ondas de sonido al golpear una partícula sobre otra. Entendiendo este concepto nos damos cuenta de que el sonido es resultado de la vibración que se genera en el producto. Esto nos lleva a que cuando se presenta algún problema en altos niveles de sonido de una unidad pueda ser resultado de varias fuentes, una de ellas la vibración.

Para el análisis y estudio de estos fenómenos existen numerosas pruebas y equipos para llevarlas a cabo y varían dependiendo de la particular problemática que queramos identificar y solucionar. En Chamberlain se han llevado a cabo éstas pruebas y en particular en la planta donde trabajé se enfocó principalmente en verificar que las unidades estén bajo ciertos parámetros generales de sonido y vibración. Comúnmente se realizan pruebas estándar para asegurarse que las unidades cumplieren con estos niveles. En las actividades que realicé se incluyen este tipo de pruebas, sin embargo, debido a la necesidad de identificar otros tipos de problemáticas o ante la realización de cambios en el producto realicé la actualización de equipo y esto permitió una nueva y amplia posibilidad para la identificación y análisis mucho más particular de las unidades.

- a. Como ya mencioné, las actividades realizadas en esta empresa fueron enfocadas principalmente a la realización de pruebas en un amplio ámbito en la ingeniería, desde pruebas mecánicas, eléctricas, funcionales, de sistemas y algunas otras. Sin embargo, el presente trabajo se enfocará en las pruebas de sonido y vibración realizadas a diferentes productos, ellas con diferentes objetivos, pero principalmente el de asegurar que los mismos

estén dentro de cierta especificación deseada para que el cliente no cuente con un producto ruidoso o con mucha vibración.

- b. Algunas pruebas de sonido sin embargo buscan algunas otras particularidades como por ejemplo asegurarse que las bocinas de aviso o advertencia con las que cuentan los operadores estén dentro de un rango alto mínimo para que sean potentes y claramente distinguibles en una aplicación de, por ejemplo, alguna obstrucción o problema dentro del sistema u operación de la unidad, o también en una activación de la unidad para cerrar de forma remota y sin estar presente frente a la unidad. (Unattended close)
- c. Se presentará también una propuesta y la descripción de la puesta en marcha de un nuevo equipo para realizar estas pruebas. Inicialmente se realizaban utilizando un determinado equipo y con él no se podía contar para realizar ciertas funciones o aplicaciones, sin embargo con este nuevo sistema más actualizado y potente se puede realizar la toma de datos, (sonido y vibración) análisis de la señales y su manipulación e incluso grabaciones de audio, con los cuales se puede observar la frecuencia a la que ocurren ciertos sonidos y en base a ello se puede definir el posible origen, por ejemplo, motor, plásticos o ensambles, para posteriormente hacer un análisis, propuesta y proyecto de mejora por parte de diferentes departamentos de ingeniería.

4. Definición del problema o contexto de la participación profesional

Cada vez el producto va evolucionando y nuevas tecnologías surgen, gracias a esto dentro del laboratorio existía la necesidad de realizar pruebas más especializadas de sonido y vibración que las que normalmente se hacían, es por ello por lo que uno de los proyectos que realicé fue el de la puesta en marcha del nuevo equipo de sonido y vibración. Sin embargo, también realicé una amplia variedad de pruebas de diferente naturaleza:

Además de las pruebas de sonido otra área en la que me desarrollé ampliamente fue en el aprendizaje y realización de pruebas de radiofrecuencia, existen muchos tipos las cuales tienen como objetivo evaluar diferentes aspectos referentes a la radiofrecuencia en los productos, por ejemplo, se busca verificar que los productos (ya sean transmisores o receptores) estén funcionando en la frecuencia deseada, comunicándose con el código y amplitud apropiada, para estas pruebas, por ejemplo, realicé análisis de rango de frecuencias, pulsos y datos enviados, asegurándose que la unidad recibe sin problemas una señal la cual, con ayuda de un generador de señales se inyecta con cierta cantidad de ruido y la unidad debe ser capaz de detectarla y aun así actuar correctamente, dentro de ciertos parámetros.

También realicé pruebas de rango de comunicación entre transmisor-receptor donde se coloca la unidad en una estación y un evaluador se aleja poco a poco hasta lograr determinar el alcance de la señal para que la unidad active y reaccione correctamente, en este caso se pueden evaluar el receptor o el emisor según se desee o según sea el producto que se esté probando, unidad o transmisor.

Realicé también pruebas mecánicas, como por ejemplo de durabilidad, en la cual se monta un abridor de garaje en una puerta y esta puede ser de diferentes tipos: seccional, y/o de 7 hasta 10 pies de largo y de diferentes pesos, en esta prueba se pueden evaluar diferentes cosas, desde la unidad en sí misma, hasta un cambio de motor o alguna pieza para algún proyecto de mejora o ahorro. Durante esta prueba se evalúa el efecto que tiene una constante activación del producto, se analiza en toda la unidad, y después de una numerosa cantidad de ciclos, que pueden ir de los 5000 a 100000 o incluso más dependiendo el producto y aplicación, se analiza el desgaste o el cambio que se haya hecho.

También se encuentran pruebas mecánicas de impacto u obstrucción, las cuales buscan analizar el efecto que tiene en la unidad una constante activación de la unidad contra obstrucciones durante el recorrido de la puerta para aceptar o rechazar cambios o nuevos diseños.

Así mismo realicé pruebas en entornos de temperatura y humedad controladas de diferente naturaleza, fueron sencillas o complejas, como el evaluar el embalaje de los productos con la unidad dentro para examinar el efecto que tienen estas condiciones frías o calientes para los productos y aceptar o no alguna etiqueta o si se muestra algún daño en la unidad o sus accesorios; de manera similar en estas cámaras de temperatura realicé pruebas de muchos tipos, mecánicas, eléctricas, etc., las cuales buscan determinar alguna funcionalidad bajo condiciones extremas de temperatura.

De forma similar realicé pruebas de lluvia, en estas se rocía un químico que cambia de color en el momento que entra en contacto con el agua, de esta forma se coloca el producto bajo una cortina de lluvia que lo baña desde diferentes ángulos y al final se revisa si hubo algún contacto con agua no deseado en ciertas partes del producto.

Para el caso de las pruebas eléctricas realicé evaluaciones de estados de batería dentro de las unidades, simulando condiciones de voltaje y amperaje para asegurarse que la unidad se comporta según se planea, ya sea cargando una batería, dejando de cargarla o en Stand by.

Otro caso de pruebas eléctricas que realicé consistió en reproducir ciertos errores en los productos, los cuales en numerosas ocasiones se consiguen al intervenir en las trazas de los tableros, como haciendo un pequeño corto o consiguiendo ciertas señales con cierto voltaje en algún componente.

También, por ejemplo, en algunas pruebas tienen el objetivo de ver el comportamiento de las señales en algunos puntos y componentes del tablero utilizando osciloscopios y otros equipos, según el estado de la unidad ya sea moviéndose, cargando la batería, etc.

Uno más dentro de estas consistió en la aplicación de descargas electrostáticas o de efectos transitorios hacia la unidad o dentro del cableado, todo ello simula alguna descarga a través de la línea hacia la unidad o de algún elemento que se pueda descargar sobre ella; en ellas se evalúa que la unidad se comporte de manera estable y no presente ningún tipo de daño o amenaza de ningún tipo hacia el usuario, se busca ver los efectos que tiene esto ante ciertos niveles de descargas.

Realicé también pruebas más críticas desde el punto de vista de seguridad, avaladas y evaluadas por la certificación de estándares UL (Underwriters Laboratories), en estas pruebas se asegura que no haya ningún peligro hacia el usuario las cuales pueden estar relacionadas con descarga eléctrica, daño mecánico, o de funcionalidad.

Ayudé en la preparación y gestión para la calibración de equipos y realicé numerosos proyectos de mejora, que fueron desde aplicaciones simples, mejora y optimización de alguna estación o prueba, hasta la actualización de equipo por ejemplo el de sonido que ya he mencionado.

Una de las pruebas que más realicé y en la cual decidí especializarme fue la de sonido y vibración, esta es una de las razones por la cual escogí presentar en este proyecto y también mencionar la mejora y actualización de equipo que realicé para ella.

Desde que conocí y aprendí la forma de realizar la prueba me interesó la forma en la cual se evalúan estos fenómenos dentro del laboratorio y en la industria, antes de esto no había tenido en mente este tipo de preguntas; sin embargo, es realmente importante y de hecho muy básico este tipo de evaluaciones ya que ante la puesta en marcha de cualquier producto deseamos que sea silencioso o al menos que no nos moleste.

El conocer la manera en la cual se realiza la prueba, el equipo y el porqué de cada elemento y condición, despertó mi interés y comencé a pensar en situaciones que pudiesen ayudar para lograr un mejor resultado. Durante el análisis de algunos proyectos trabajé con expertos en estas pruebas, de los cuales aprendí como se puede revisar y analizar estos fenómenos, desde la colocación junto a la unidad bajo prueba como el análisis de datos y cambios que pueden realizarse para lograr y notar mejor el cambio o el origen de algún sonido o vibración.

Todas estas situaciones me llamaron la atención y gracias a ello investigué más sobre estos conceptos, desde lo básico hasta la aplicación que le damos en el laboratorio e incluso en numerosas ocasiones fui un poco más allá buscando causas y explicaciones para los datos y origen de los sonidos.

La prueba de sonido y vibración es muy amplia, y recordemos que se puede realizar a casi cualquier tipo de producto o accesorio deseado, pueden ser productos de la gama de comercial (puertas grandes de almacenes o entradas externas como rejas o plumas para acceso de automóviles), ACS (sistemas de control de acceso), o hasta residencial (GDOs, abridores de puertas de garaje), siendo estos productos GDOs los más comúnmente evaluados y en los cuales nos enfocaremos para este reporte. La prueba puede evaluar el sonido y vibración estándar originado en una unidad que viene de la línea de producción con fines de calidad, o el asegurarse que alguna bocina suena su alarma dentro de unos rangos mínimos de sonido para alertar ante alguna obstrucción, o incluso el desarrollo de un nuevo producto en el cual se busca hallar la causa de cierta vibración o cierto sonido según su frecuencia, aislando, analizando y editando la señal obtenida de los micrófonos o acelerómetros para hallar algún punto deseado el cual explique la razón o el origen del sonido obtenido.

Explicado lo anterior nos da pie a la necesidad de la actualización que realicé, este tipo de análisis lo podemos realizar solamente con un nuevo software el cual funciona con el nuevo equipo de adquisición de datos (DAQ). En conjunto se tiene una capacidad particular con la que el anterior equipo no cuenta, ahora se es capaz de al recibir la señal de acelerómetros y micrófonos, procesarla y trabajar con ella para, por ejemplo, discriminar cierta parte de la señal para evaluar cierta frecuencia o porción dentro de nuestra señal. Esto nos sirve enormemente en aplicaciones más específicas donde quisiéramos una precisión o análisis más detallado de los sonidos y vibraciones.

El equipo que requiere la prueba engloba desde el herramental mecánico, un HATS (Simulador de cabeza-torso) el cual simula al usuario, el equipo que procesa los datos adquiridos, los micrófonos y acelerómetros que los registran, preamplificadores de señal, la cámara semi anecoica de sonido y calibradores de sonido y vibración.

5. Metodología utilizada

A lo largo de este documento se mencionan diversas medidas, valores y cantidades que forman parte de los procesos descritos. Sin embargo, por motivos de confidencialidad y en resguardo de la información sensible de dichos procedimientos, no es posible detallar con exactitud estos datos específicos. Por tal razón, las cifras y parámetros se presentan únicamente de manera general, con el fin de ofrecer una visión comprensible del tema sin comprometer la reserva técnica ni revelar información que pudiera considerarse restringida.

Las mediciones de presión de sonido (dBA) y vibración (m/s^2) se utilizan para caracterizar todo el espectro y los niveles de sonido y vibración de un operador. Además, la norma UL 325 proporciona niveles mínimos de sonido (audibilidad) requeridos para condiciones específicas de alerta en los operadores:

- i. GDO: la sirena para operación desatendida como temporizador para cerrar.
- ii. MyQ • Puerta: la sirena después de una condición de atrapamiento.

Dicho esto, la prueba de sonido consiste básicamente en la toma de medida de audio y vibración utilizando cuatro micrófonos y dos acelerómetros. (cada acelerómetro midiendo la vibración en 3 ejes)

Recordemos que los micrófonos son los responsables de medir el audio y los acelerómetros la vibración que se presenta en la unidad bajo prueba. Para lo cual se coloca cada uno en una posición específica con el propósito de tomar datos representativos que representan el sonido que un usuario experimenta ante el uso del operador y unos puntos particulares como referencia.

Para ello el *setup* de montaje consiste en un *fixture* o estructura de aluminio dentro de una cámara semi anecoica (aislada de sonido) y en este dos de los micrófonos se colocan en los oídos del HATS, uno directamente arriba de la unidad bajo prueba y uno en la parte trasera de la unidad. Los dos acelerómetros se colocan en los Brackets de sujeción a la estructura (o lo que sería el techo del garaje) de la unidad bajo prueba, de esta manera cuando la unidad opere obtendremos una medida de la vibración y sonido del operador.

Es importante recalcar también en este apartado que las pruebas de sonido definen un cierto número de muestras a probar, esto con el objetivo de por probabilidad y estadística poder obtener unos datos y un muestreo apropiado y que este pueda ser representativo.

Hemos también de tomar en cuenta que en ocasiones se presentan imprevistos o detalles con los cuales al momento de realizar la prueba debemos tener en mente, por ejemplo, un posible mal ensamble, el cual es redirigido a ingeniería para su corrección y mejora de calidad.

Setup de la prueba.

La forma en la que se desarrolla la prueba consiste en una serie de pasos o *setup* que incluyen la forma de calibración de cada transductor:

- Calibración: Utilizando en conjunto el software y ambos dispositivos (uno para micrófonos y otro para acelerómetros) podemos confirmar una correcta calibración, estos vibran o emiten una frecuencia en específico que el programa detecta y utiliza para establecer un ajuste y se tome la medida correcta.

Este proceso es muy intuitivo, funciona cuando el indicador en la ventana de calibración cambia de color, de amarillo a rojo entonces el proceso de calibración ha comenzado. La calibración se completa cuando el indicador cambia de rojo a verde. Esto se realiza para cada transductor.

Configuración de la prueba: Configuración de la cámara acústica.

Para reducir la variabilidad en las mediciones entre lotes del mismo modelo, los micrófonos del torso y trasero se mantendrán fijos en las ubicaciones correspondientes a un GDO en particular. Sin embargo, el micrófono superior se colocará con la mayor precisión posible para cada unidad bajo prueba. Si se prueba un operador radicalmente diferente (por ejemplo, una unidad de fabricación diferente), entonces el torso y el micrófono trasero se pueden reposicionar para cumplir con los requisitos indicados.

- Colocación de los micrófonos

El Torso (con micrófonos en los oídos izquierdo y derecho) se ajusta para que quede directamente debajo del riel, a cierta cantidad de pulgadas del centro de la cubierta del cabezal de la unidad. Las orejas (micrófonos) deben estar igualmente a unas pulgadas definidas por debajo de la superficie inferior del riel. Asegúrese de que el torso esté orientado hacia la unidad bajo prueba y que ambas orejas estén a la misma distancia del operador.

El micrófono trasero debe estar a una distancia definida del centro de la cubierta del cabezal del motor y a la misma altura que las orejas del Torso. También deberá apuntar directamente al centro de la cubierta del cabezal del operador.

El micrófono superior debe estar encima del cabezal del GDO apuntando directamente hacia el centro del eje de salida.

La punta del micrófono superior deberá estar lo más exactamente posible a una medida establecida de pulgadas del punto más alto del eje de salida, recordando que este micrófono será el más cercano a nuestra unidad bajo prueba.

Si el operador tiene una tapa sobre el eje de salida, la distancia debe medirse desde la superficie superior de dicha tapa, a menos que la tapa tenga clips accesorios.

Consulte la Figura 1 en los anexos para ver un diagrama de ejemplo del micrófono de arriba.

Se coloca un panel de yeso encima del dispositivo de prueba que simula el techo del garaje, esto para poder obtener un ambiente lo más similar al de campo y es importante debido a que las ondas de sonido rebotan en él y se obtendrán mediciones diferentes a realizarlo sin este elemento. Consulte la Figura 2 en los anexos para ver un esquema completo de la instalación.

Para el sistema de adquisición de datos, la configuración se realiza dentro del programa (sea el equipo viejo o el nuevo), en él se crea un template en el cual en su configuración se seleccionan los transductores que estamos utilizando, éstos fueron elegidos debido a la aplicación, rango y ambiente al cual están expuestos. Existen diferentes transductores los cuales tienen aplicaciones diferentes, según lo que estemos midiendo, la aplicación y el rango de medida.

Configuración de la prueba de vibración.

Es necesario consultar las especificaciones del producto de la unidad bajo prueba que estemos utilizando para conocer las condiciones y requisitos exactos de la prueba. Si las especificaciones del producto no existen, las condiciones de prueba en el procedimiento serán las predeterminadas.

Se instala la unidad a probar en los Brackets ubicados en el centro del fixture de prueba en la cámara acústica. El cabezal de potencia de la unidad debe suspenderse también mediante Brackets con aisladores de goma conectados entre el operador y éstos.

Es imperativo seguir las instrucciones de instalación del operador siempre que sea posible durante la instalación para simular una instalación en un garaje lo más fielmente posible. Si se necesitan incluir elementos que se puedan instalar en el cabezal de potencia, como focos y batería interna deben instalarse. Para pruebas con batería, hay que asegurarse de que la batería esté dentro del voltaje de funcionamiento nominal del dispositivo antes de realizar la prueba.

Se prueba al operador con una carga definida que está conectada a través de una polea fija al punto de conexión del “trolley” (carro que se mueve a lo largo del riel), esto para simular que nuestro operador está moviendo una puerta real.

A continuación, es necesario aprender los límites de apertura del operador. El límite hacia arriba debe establecerse para permitir la altura máxima de recorrido del “trolley” y el límite hacia abajo debe establecerse en la distancia más baja sin que los pesos entren en contacto con el marco del fixture o el piso.

Los límites de viaje deben ser de un mínimo definido de segundos de tiempo de viaje para una lectura promedio óptima.

Los acelerómetros deben montarse en las orejas del cabezal del motor. La orientación de las coordenadas X, Y y Z no importa siempre que estén colocadas de la misma manera al probar más de una muestra o para comparar datos de muestras de prueba.

Una vez establecido este setup y teniendo listo el programa para tomar datos o grabar sonido podemos comenzar a ciclar (mover de arriba a abajo) nuestra unidad un número ya establecido de veces, en nuestro caso 3 aperturas y 3 cerrados, esto para poder obtener un promedio en los datos y además asegurar la repetibilidad y la mayor semejanza con los productos ya en el campo.

Ya que hemos tomado los datos realizamos un análisis estadístico de los datos para poder obtener los resultados que compararemos con las especificaciones en particular de lo que estemos midiendo.

Para mostrar toda esta descripción del proceso a continuación mostraremos un ejemplo de un set de pruebas simulando una prueba estándar de un supuesto producto. (Recordemos que estos datos no son reales y solo son ilustrativos, con el objetivo de dar un panorama de estas pruebas)

Como mencionamos anteriormente se realiza la prueba a 10 operadores, para cada uno se obtiene una serie de datos de la siguiente manera:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	DATA ENTRY																	
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11	Select Model Accept PULSE Reset Save the Report																	
12	Test Title: <u>Prueba de ejemplo</u>																	
13	Project: <u>Reporte para titulación</u>																	
14																		
15																		
16																		
17	Tester: <u>Victor Ramirez</u> Drive Type: <u>Cadena/Banda</u>																	
18	Test Date: <u>Mes-Dia-Año</u> Motor Type: <u>DC / AC</u>																	
19	UIT Model: <u>Modelo X</u> WRI Number: <u>NA</u>																	
20																		
21																		
22	Serial Number: <u>Serial X</u> MFG Date: <u>NA</u>																	
23																		
24																		
25																		
26																		
27																		
28																		
29																		
30																		
31																		
32																		
33																		
34																		
35																		
36																		
37																		
38																		
39																		
40																		

SPEC VALUES								
Torso			Rear Mic		Top Mic		Accelerometers	
UP	Down		UP	Down	UP	Down	UP	Down
55.6	57.9		52.6	53.6	74.3	73.6	4.3	4
61.2	60.7		57.9	60.2	78.4	79	4.8	4.9
Average Values								
Max Values								

Apply Correlation Factor	
Elmhurst Lab Select "Yes"	For Elmhurst Lab use ONLY
Nogales Lab Select "NO"	Correlation Factor
No	X

COMPLETE COMPLETE COMPLETE COMPLETE COMPLETE COMPLETE							
Num de muestra 1-10	Transducer Type	OPEN			CLOSE		
		Trial 1	Trial 2	Trail 3	Trial 1	Trial 2	Trail 3
	Right	58.8	57.9	57.9	57.9	58.2	57.1
	Left	58.8	58.9	57.9	60.5	59.4	59.3
	Rear	54.7	55.8	55.5	56.6	55.8	55.7
	Above	79.2	79.1	79.3	77.8	77	77.9
	X1	1.87	2.06	1.97	2.32	2.21	2.19
	Y1	3.71	3.81	3.77	1.16	1.15	1.10
	Z1	3.64	2.42	3.30	2.16	2.07	1.96
X2	2.84	3.97	3.95	3.79	2.70	2.73	
Y2	3.66	3.95	3.89	3.01	1.95	2.14	
Z2	2.20	2.37	2.33	2.68	2.70	2.74	

SAMPLE NUMBER: <u>Num de muestra 1-10</u>	
COMMENTS: <Check All that apply>	
☒ C1 ☐ C2 ☐ C3 ☐ C4 ☒ C5 ☐ C6	noisy creaky loud hum squeal plastic
OTHER: _____	

Figura 3. Ejemplo de los datos de una prueba individual.

Estos datos se registran y reportan en un primer *template*, el cual simplemente nos sirve como receptáculo de los datos que, mediante una serie de enlaces y funcionalidad del programa de sonido y configuración en éste, se registran y operan para que el usuario del programa, ya sea técnico o ingeniero pueda tener una idea del rango de esta prueba individual en una pestaña de resumen:

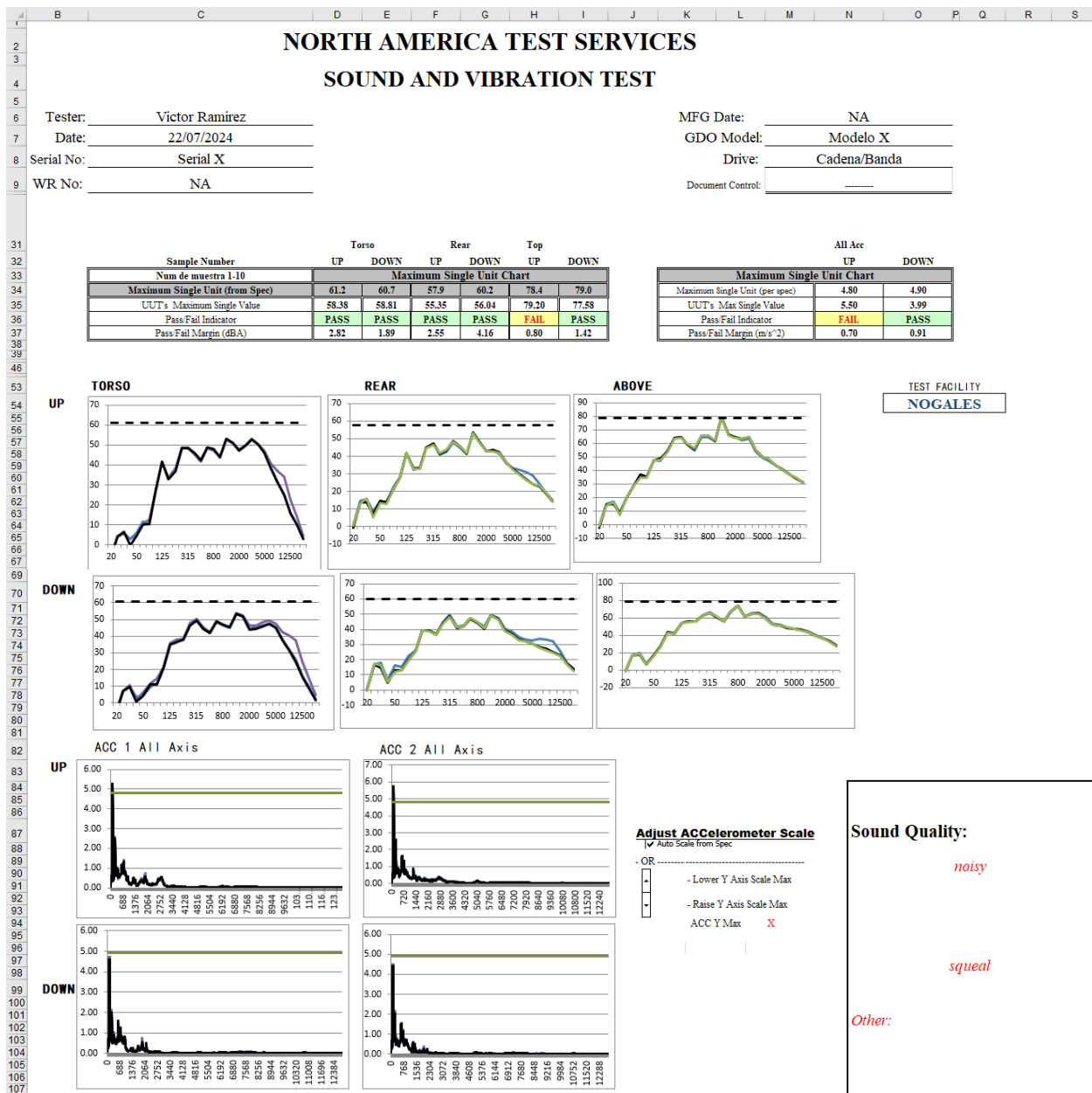


Figura 4. Ejemplo del resumen de datos de la prueba individual.

De estas figuras, de sus datos y gráficos podemos obtener un primer análisis desde el momento que vamos realizando la prueba y tomando la información. De la figura 3 podemos notar dos tablas principales en verde, en la esquina inferior izquierda se nota la que contiene los datos obtenidos en nuestra prueba, y la otra en la esquina superior derecha, la especificación contra la cual se compararán los datos para ver si éstos pasan o fallan.

En la tabla de la especificación notamos que vienen los valores promedio y los valores máximos permitidos, (las unidades en el caso de sonido son decibeles y en el caso de vibración son metros sobre segundo cuadrado) en esta prueba individual se toman en cuenta únicamente los máximos,

ya que los promedio entraran en acción cuando juntemos las 10 pruebas individuales, siendo estos un poco más restrictivos que los máximos posibles. Vemos en esta tabla también que para cada área de estudio (micrófono trasero, superior, los del torso que vienen fusionados y de similar manera los de los acelerómetros) se toman en cuenta para la apertura o el cerrado de nuestra puerta de garaje, ya que se consideran diferentes estándares para ello. Notamos también que es lógico que los valores, por ejemplo, del micrófono superior son más altos ya que el micrófono se encuentra más cerca de nuestra muestra bajo prueba.

SPEC VALUES								
	Torso		Rear Mic		Top Mic		Accelerometers	
	UP	Down	UP	Down	UP	Down	UP	Down
	Average Values	55.6	57.9	52.6	53.6	74.3	73.6	4.3
Max Values	61.2	60.7	57.9	60.2	78.4	79	4.8	4.9

Figura 5. Especificación supuesta del producto.

Ahora, si analizamos la tabla donde vamos obteniendo nuestros datos notamos que vienen los datos tomados por cada micrófono, separando aquí ambos del torso. Y de igual forma podemos notar de la X1 a la Z2 los valores para cada cara de ambos acelerómetros. Sin embargo, estos datos se operan para obtener su promedio y su equivalente vectorial para poder compararlo directamente con nuestra especificación y que al final los datos sean mucho más sencillos de evaluar.

Num de muestra 1-10	Transducer Type	OPEN			CLOSE		
		Trial 1	Trial 2	Trail 3	Trial 1	Trial 2	Trail 3
	Right	58.8	57.9	57.9	57.9	58.2	57.1
	Left	58.8	58.9	57.9	60.5	59.4	59.3
	Rear	54.7	55.8	55.5	56.6	55.8	55.7
	Above	79.2	79.1	79.3	77.8	77	77.9
	X1	1.87	2.06	1.97	2.32	2.21	2.19
	Y1	3.71	3.81	3.77	1.16	1.15	1.10
	Z1	3.64	2.42	3.30	2.16	2.07	1.96
	X2	2.84	3.97	3.95	3.79	2.70	2.73
	Y2	3.66	3.95	3.89	3.01	1.95	2.14
	Z2	2.20	2.37	2.33	2.68	2.70	2.74

Figura 6. Datos simulados de una prueba individual.

Continuando ahora con la pestaña del resumen podemos ver los datos de una forma mas clara y sencilla con información ya ordenada y calculada. Recordemos que estos resultados son parciales, de solo una unidad, no de la prueba completa de las 10, estos datos finales serán presentados en la sección de resultados.

Notamos en que en las primeras dos tablas viene la comparación contra la especificación, en este caso de los valores máximos, y si pasa o falla e inmediatamente en la siguiente fila, por cuantas unidades pasa o falla, de esta manera podemos de un solo vistazo ver en que zona nuestra unidad está fallando para posteriormente realizar un análisis más detallado si así lo deseamos, con el uso de más herramientas que el nuevo software o hardware nos pueden ayudar a realizar.

Sample Number	Torso		Rear		Top		All Acc	
	UP	DOWN	UP	DOWN	UP	DOWN	UP	DOWN
Num de muestra 1-10	Maximum Single Unit Chart						Maximum Single Unit Chart	
Maximum Single Unit (from Spec)	61.2	60.7	57.9	60.2	78.4	79.0	4.80	4.90
UUT's Maximum Single Value	58.38	58.81	55.35	56.04	79.10	77.58	5.50	3.99
Pass/Fail Indicator	PASS	PASS	PASS	PASS	FAIL	PASS	FAIL	PASS
Pass/Fail Margin (dBA)	2.82	1.89	2.55	4.16	0.80	1.42	0.70	0.91

Figura 7. Comparación con la especificación.

Para esto y como comentamos, se puede buscar el origen del sonido o la vibración por varios métodos, según los picos de sonido o vibración y en que frecuencia ocurrieron, podría ser originado en el motor, algún plástico o amortiguador en el ensamble del operador, o incluso del riel o trolley. Estas graficas las ofrece este template o también el software que estamos utilizando, y ahí podemos acceder a más información y detalle acerca de nuestra prueba, el sonido y la vibración de los datos que tomamos.

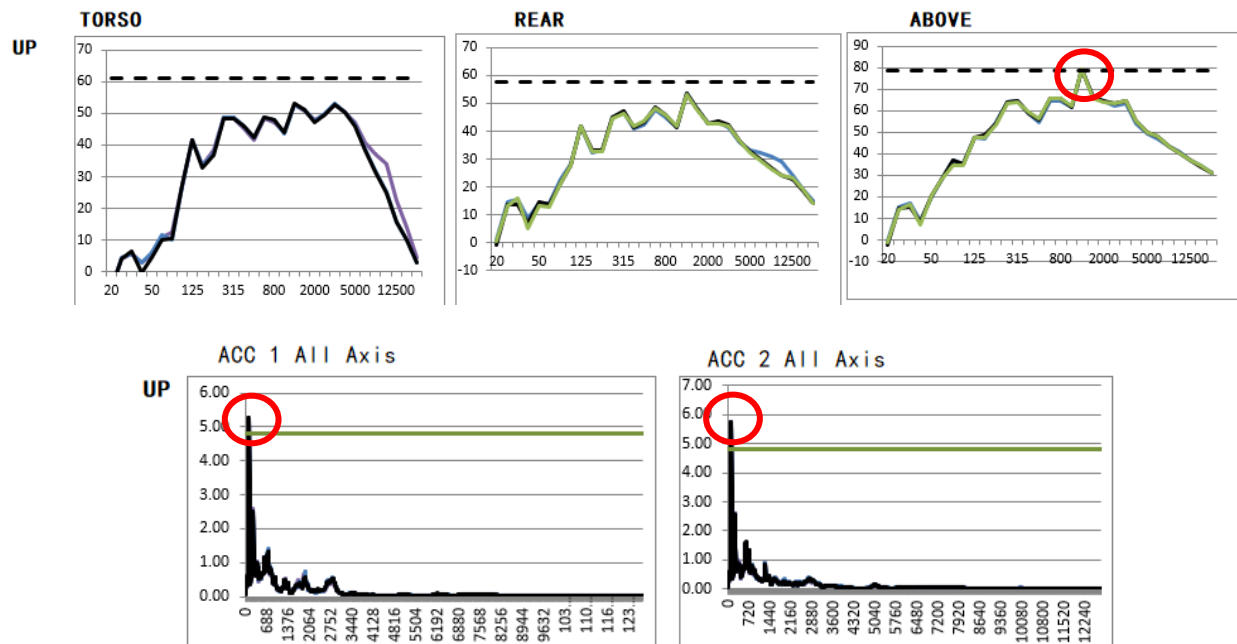


Figura 8. Gráficas mostrando las zonas en donde falla la prueba.

Utilizando esta pestaña de resumen notamos que la prueba que realizamos está fallando por poco en particular en la subida del operador, tanto en sonido como en vibración, dándonos una alerta de algún efecto no deseado en la unidad.

Recordemos que para que una prueba de sonido pase de manera satisfactoria, tanto las pruebas individuales como la fusión de las 10 en el reporte general (el segundo template) deberán estar encontrarse bajo la especificación, así que desde este momento al obtener estos datos en una de las pruebas individuales ya conocemos el veredicto de la prueba, sin embargo se realizan todas las demás para poder ubicar mejor la falla y la muestra, ya que es posible que una sola unidad pueda llegar a tener un defecto, por ejemplo, de manufactura y no sea realmente una representación del proyecto de cambio o de la prueba entera.

6. Resultados

Continuando ahora con los resultados generales, una vez obtenidas las 10 pruebas individuales podemos ahora si reunir los datos de estas en un reporte general, el cual es muy similar sin embargo en este caso ahora si se toman en cuenta los valores promedio.

DATA ENTRY									
Test Title: <u>Prueba de ejemplo Reporte general</u>									
Tester: <u>Victor Ramirez</u>		Cadena/Banda							
Test Date: <u>Mes-Dia-Año</u>		Motor Type: <u>DC / AC</u>							
UIT Model: <u>Modelo X</u>		VR Number: <u>NA</u>							
Serial Number: <u>Serial X</u>		MFG Date: <u>NA</u>							

SPEC VALUES								
	Torso		Rear Mic		Top Mic		Accelerometers	
	UP	Down	UP	Down	UP	Down	UP	Down
Average Values	55.6	57.9	52.6	53.6	74.3	73.6	4.3	4
Max Values	61.2	60.7	57.9	60.2	78.4	79	4.8	4.9

1	Transducer Type	UP			Down		
		Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 1	Trial 2	Trial 3
		Right	58.8	57.9	57.9	57.9	58.2
Left	58.8	58.9	57.9	60.5	59.4	59.3	
Rear	54.7	55.8	55.5	56.6	55.8	55.7	
Above	79.2	79.1	79.3	77.8	77	77.9	
X1	1.87	2.06	1.97	2.32	2.21	2.19	
Y1	3.71	3.81	3.77	1.16	1.15	1.10	
Z1	3.64	2.42	3.30	2.16	2.07	1.96	
X2	2.84	3.97	3.95	3.79	2.70	2.73	
Y2	3.66	3.95	3.89	3.01	1.95	2.14	
Z2	2.20	2.37	2.33	2.68	2.70	2.74	

SAMPLE NUMBER: Num de muestra 1

COMMENTS: -

2	Transducer Type	UP			Down		
		Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 1	Trial 2	Trial 3
		Right	57	57.2	57.1	52.9	53.1
Left	59.7	59.9	59.6	57.6	57.7	57.5	
Rear	54.9	55.1	54.9	54.5	54.6	54.5	
Above	77.8	78.1	78.1	73.5	73.5	73.3	
X1	2.57	2.20	2.44	1.93	1.04	1.20	
Y1	2.77	2.59	2.63	2.01	2.83	1.28	
Z1	2.52	2.71	3.05	2.66	2.95	1.62	
X2	1.24	1.31	1.29	1.95	1.92	1.89	
Y2	2.09	2.27	2.25	2.17	2.25	2.18	
Z2	2.62	2.72	2.68	1.52	1.61	1.58	

SAMPLE NUMBER: Num de muestra 2

COMMENTS: -

3	Transducer Type	UP			Down		
		Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 1	Trial 2	Trial 3
		Right	57.1	57.4	57.6	58.9	57.7
Left	57.4	57.3	57.7	58.8	57.6	56.8	
Rear	52	52	52.3	53	52.7	52.5	
Above	73.8	74	74	76.3	73.8	72.2	
X1	3.46	3.20	2.90	1.73	1.26	1.92	
Y1	2.12	2.03	1.86	1.88	1.41	1.06	
Z1	3.35	4.10	3.93	2.02	1.99	1.72	
X2	3.21	2.94	2.85	1.79	1.58	1.50	
Y2	2.39	2.28	2.23	2.88	2.92	2.83	
Z2	3.27	3.15	3.12	1.62	1.51	1.48	

SAMPLE NUMBER: Num de muestra 3

COMMENTS: -

Figura 9. Reporte con datos de las 10 unidades. (solo 3 mostradas)

Y por último en los resultados finales podemos ver un resumen de todas las muestras, en estas tablas podemos ver de forma más directa los puntos en donde falla la prueba, para este caso. Podemos notar en este ejemplo que hay un exceso de sonido y de vibración cuando el operador abre. Esto puede ser causado por muchas razones, podríamos incluso abrir la unidad o

manipularla para intentar localizar la fuente de este, o si estamos intentando validar un cambio, quizá ese cambio causa como resultado estos datos fuera de especificación y se modifica algo en el para solucionarlo.

NORTH AMERICA TEST SERVICES

SOUND AND VIBRATION TEST

Tester: Victor Ramirez
 Date: Mes-Dia-Año

MFG Date: NA
 GDO Model: Modelo X
 Drive: Cadena/Banda

SMP	Notes	Sound Pressure Level dB(A)/20uPa						Vibration (m/s ²)							
		Torso		Rear Microphone		Top Microphone		Accelerometer 1		Accelerometer 2		All Accelerometers	All Accelerometers		
		UP Average	DOWN Average	UP Average	DOWN Average	UP Average	DOWN Average	UP	DOWN	UP	DOWN	Total UP Average	Total DOWN Average		
Num de muestra 1	-	58.4	58.8	55.3	56.0	73.2	77.6	5.3	3.3	5.7	4.7	5.5	4.0		
Num de muestra 2	-	58.5	55.6	55.0	54.5	78.0	73.4	4.5	3.4	3.7	3.3	4.1	3.4		
Num de muestra 3	-	57.4	57.8	52.1	52.7	73.9	74.3	5.3	2.9	4.9	3.6	5.1	3.3		
Num de muestra 4	-	57.4	55.9	52.6	50.0	71.3	71.4	6.2	3.2	5.7	3.1	5.9	3.2		
Num de muestra 5	-	58.7	57.2	54.9	53.3	71.8	72.7	6.7	3.2	5.1	3.7	5.9	3.5		
Num de muestra 6	-	58.9	57.3	55.4	52.5	73.0	72.7	8.1	3.9	5.6	3.3	6.8	3.6		
Num de muestra 7	-	58.3	58.3	53.6	52.1	71.8	73.3	7.1	3.6	6.6	4.9	6.8	4.3		
Num de muestra 8	-	62.0	58.2	53.9	54.6	75.6	72.7	5.3	4.4	4.8	5.0	5.0	4.7		
Num de muestra 9	-	57.0	58.1	51.8	52.8	74.5	72.8	6.4	5.3	4.8	4.3	5.6	4.8		
Num de muestra 10	-	57.3	59.2	53.9	53.2	78.9	71.3	6.9	2.6	4.9	3.0	5.9	2.8		

Maximum Average Chart							
Maximum Average value (from Spec)	55.6	57.9	52.6	53.6	74.3	73.6	
Average of all test samples	58.51	57.71	53.95	53.32	75.30	73.40	
Pass/Fail Indicator	FAIL	PASS	FAIL	PASS	FAIL	PASS	
Pass/Fail Margin (dBA)	2.91	0.19	1.35	0.28	1.00	0.20	

Maximum Single Unit Chart							
Maximum Single Unit (from Spec)	61.2	60.7	57.9	60.2	78.4	79.0	
UUT's Maximum Single Value	62.00	59.22	55.44	56.04	79.20	77.58	
Pass/Fail Indicator	FAIL	PASS	PASS	PASS	FAIL	PASS	
Pass/Fail Margin (dBA)	0.80	1.48	2.46	4.16	0.80	1.42	

Maximum Average Chart			
Maximum Average value (ISO1049)	4.30	4.00	
Average of all test samples	5.68	3.75	
Pass/Fail Indicator	FAIL	PASS	
Pass/Fail Margin (m/s ²)	1.38	0.25	

Maximum Single Unit Chart			
Maximum Single Unit (ISO1049)	4.80	4.90	
UUT's Max Single Value	6.89	4.77	
Pass/Fail Indicator	FAIL	PASS	
Pass/Fail Margin (m/s ²)	2.09	0.13	

NOTE:

The Technician/Tester shall notify the responsible engineer(s) so that the product specification document is updated to reflect the product acceptance criteria that is generated in the Pass/Fail Criteria Chart.

Work Request # NA

Apply Correlation Factor

Elmhurst Lab Select "Yes"

Nogales Lab Select "NO"

NO

Figura 10. Resultados generales de la prueba.

Ahora además de los valores máximos también se toman en cuenta los valores promedio de todas las pruebas, esto garantiza que el grupo completo de muestras probadas se encuentre sujeto a un estándar de mayor rigurosidad, ya que puede que alguna muestra haya obtenido valores muy bajos o altos. También están señaladas las muestras y las zonas en donde los valores de falla fueron los más altos para prestar un poco más de atención en ellas.

Nótese que existe un factor de correlación que se aplica según el laboratorio en donde se este realizando la prueba. Existe otro laboratorio de la compañía en Elmhurst, Chicago. Este se utiliza allá debido a que las especificaciones fueron creadas en Nogales y ambas cámaras de sonido no son completamente idénticas, la de Nogales es semi anecoica.

Finalizada la explicación de la prueba de sonido, sus gráficas y datos me enfocaré en los otros aspectos en los que trabajé:

Para la implementación del nuevo equipo y software en primer lugar realicé una revisión sobre el espacio y equipo disponible, el nuevo equipo necesitó de una configuración diferente al anterior con respecto a la detección de los micrófonos y acelerómetros, si bien utiliza los mismos,

la forma de comunicación y configuración del equipo anterior es diferente. Para lo cual revisé sus guías de instalación, características del equipo y del programa.

En primer lugar, conecté los acelerómetros y micrófonos al dispositivo de adquisición de datos, y este a su vez lo conecté a la computadora vía Ethernet, es de esta manera en la que hay comunicación entre los transductores y la computadora mediante el software para la configuración inicial. Sin embargo, para la realización de pruebas es necesario tener acceso a la red, es debido a esto que también revisé la infraestructura de la planta, en particular de la zona del laboratorio de pruebas en donde se encuentra la cámara de sonido y vibración, para asegurar una conexión de acceso y permisos en la red para que el software tuviese comunicación.

Una vez concretados estos requisitos, me encargué de que el software detectase los transductores que tiene conectados, sin embargo, también fue posible realizarlo manualmente y elegí de una lista de transductores los que utilizamos, verificando las características de ellos, como sus rangos y aplicaciones, ya que debido a que el software es capaz de realizar más tareas también se pueden llegar a utilizar otro tipo de transductores.

Ya seleccionados, reconocidos y actualizados por el software fue necesario configurar el programa a utilizar. Estos programas serán referidos de manera genérica debido a las políticas de privacidad de la compañía, sin embargo, como se mencionará, estos se utilizan para recibir la información de los transductores, analizarla, graficarla y entregar la información según sea requerida, en decibeles, graficas o reporte, es muy amplio el uso y capacidades de ambos.

Es importante mencionar que el equipo previo era compatible únicamente cierto programa (programa O), sin embargo este programa también es posible utilizarlo con el nuevo equipo, de hecho tiene ciertas comodidades o ventajas bajo ciertas aplicaciones con respecto al programa nuevo (programa N) el cual como ya mencioné es capaz de realizar operaciones más especializadas y sólo está disponible para uso en el equipo nuevo, sin embargo primeramente abordé el escenario en donde se necesitase ocupar el programa O con este nuevo equipo. Para ello realicé un t  mplate que funcionase con este, esto lo hice estableciendo y agregando los transductores a las mediciones que realiza el equipo, haciendo énfasis en que en este software O podemos ver la gráfica en tiempo real de las medidas de sonido y aceleración/vibración mientras la prueba se est   ejecutando, para después guardar esos datos y exportarlos conectando este software O con Excel, para su reporte. Había ocasiones en donde este enlace llegaba a cambiar ya que a veces se reemplazó o mand   a su calibración periódica a los transductores y se reemplazó con alguno de repuesto temporal, esto causaba que tuviese que reaprender y hacer nuevamente el enlace con el reporte de Excel.

Éste es el proceso que se emplea utilizando el software O en la mayoría de las pruebas que se realizan en el laboratorio, al igual que su reporte. Sin embargo la configuración de la prueba en el programa N es un tanto diferente, (al igual que el reporte de los datos) ya que en este programa no nos enfocamos tanto en ver los datos en tiempo real, a pesar de que es posible no nos centramos en ello, aquí es más valioso trabajar con la señal y las operaciones que se le pueden realizar, se puede sumar con otra, separar, amplificar, o discriminar ciertas porciones para por ejemplo ver

en qué frecuencias se está recibiendo la señal y gracias a esto se puede determinar de dónde viene el sonido, por ejemplo el motor o alguna pieza plástica.

En el caso del software N no es muy viable realizar un template ya que posee aplicaciones más especializadas y que varían según lo que necesitemos, por lo tanto, para este software trabajé para dejar el esqueleto básico para a partir de él se pueda empezar a crear la aplicación y operaciones que se busquen.

Durante el transcurso de la prueba en cualquier programa podemos observar el cambio en tiempo real (o después de la prueba) del sonido y de la aceleración, en el caso del sonido podemos ver en el eje de las "x" la frecuencia y en el "y" los decibels, y en el caso de la aceleración se tabula aceleración contra tiempo.

Con base en datos recabados de motores y piezas se puede notar que a cada tipo de ruido le corresponde a cierta frecuencia, de esta forma, si los picos más grandes durante la prueba se dan en cierto rango de frecuencia nos darán información del origen. Este conocimiento es muy valioso, ya que nos ayuda a ubicar la fuente del sonido y vibración con lo cual se pueden desarrollar proyectos para solucionar todo tipo de problemáticas, por ejemplo, agregando disipadores de sonido o vibración como amortiguadores, o considerar un diseño diferente en algún ensamblaje o sujeción de alguna pieza en particular.

Una vez tomados los datos de la prueba se analizan estadística y analíticamente, y en ellos podemos ver expresadas particularidades obtenidas que expresan como y donde se encuentran los datos, con ello de primera impresión e incluso mientras vamos realizando la prueba podemos saber cómo se encuentra y si hay algún problema en la unidad misma o incluso algún fallo de medición en el equipo.

Para la obtención de los datos podemos ver que el reporte de la prueba contiene algunas fórmulas estadísticas que nos ayudan a tomar en cuenta todos los datos provenientes de los diferentes transductores. Se toman en cuenta varios conceptos estadísticos, por ejemplo, para evaluar la prueba se define un número de unidades establecido (no solo es un operador) para lograr un mejor muestreo y datos más representativos. Estas pruebas se juntan en un reporte general donde igualmente se analizan, operan y resaltan en la especificación los datos máximos y un promedio, siendo el promedio más pequeño que los datos máximos. Es decir, para decidir si pasa o falla la prueba es más estricta la especificación del promedio de las muestras que la del máximo obtenido de alguna de ellas.

De igual forma recordemos que para el resultado del torso se cuenta con dos micrófonos, el del oído izquierdo y derecho del HATS, estos datos se operan aplicando fórmulas para obtener una representación más correcta ya que se promedian los datos.

De forma similar se hace, pero con los datos de los acelerómetros, solamente que en las fórmulas se consideran las medidas de los tres ejes "X", "Y" y "Z", estos datos junto a los de sonido nos dan al final los valores mínimos y promedios que mencionamos antes, los cuales definen si pasa o falla la prueba. Para que pase todos los valores deben estar bajo la especificación, sean los

máximos o los promedios. Es en el reporte final en el que se comparan estos datos de las mediciones ya operadas acorde a la especificación establecida. Esta especificación se basa en una enorme base de datos que se tiene de pruebas anteriormente realizadas en muchos tipos de operadores y se elige en conjunto con las decisiones especificadas por el departamento encargado de establecer según (entre otras cosas) opiniones de clientes y estándares, los valores que integran la especificación de cada tipo de producto.

Además de esto dentro del laboratorio es importante que existan medidas de respuesta ante cualquier eventualidad como puede ser algún transductor dañado o la necesidad de calibración de equipo, y durante este tiempo es importante que exista un modo de cubrir la necesidad para realizar pruebas de sonido y vibración, por ello pensando en este escenario configuré y cree los témplate necesarios para en caso de que el equipo nuevo llegase a estar fuera de servicio por un tiempo por calibración o reparación, se pueda utilizar de regreso y temporalmente el equipo anterior.

Durante la realización de estas pruebas ocurrían problemas con el equipo de sonido o con el software, dentro de ellos se presentaba que el software no reconocía a los transductores, o los transductores arrojaban datos incoherentes, o el reporte de Excel no entregaba los datos correctamente, para todas estas situaciones di soporte y ayudé a solucionar estos problemas, cada uno con su caso en particular, el haber trabajado desde un comienzo con el equipo de sonido (tanto el viejo como en la instalación del nuevo) me permitió ser capaz de dar solución y soporte para que el personal que lo ocupase se enfocara en la prueba en sí y no en lo que hay detrás de ella y pudieran únicamente seguir el procedimiento básico y realizar sus pruebas.

Los resultados en las pruebas de sonido que arroja la implementación que realicé se traducen en beneficios notorios y en un producto más atractivo para el usuario, ya que garantizan un producto más cómodo, seguro, silencioso y agradable de utilizar. De esta manera, cada prueba no solo valida el desempeño técnico, sino que también se refleja en una mejora tangible en la satisfacción, confianza y valor percibido por parte de quien utiliza el abridor de garaje o el producto sobre el cual se hayan realizado estas pruebas.

La implementación del nuevo sistema y equipo es de gran utilidad para la compañía ya que permite realizar un análisis mas detallado y completo para la identificación y solución de problemas en el sonido y la vibración de los operadores o del producto probado. Con esta puesta en marcha se logra cubrir de mejor manera la necesidad de actualización e identificación de sonido logrando de esta forma lograr un producto de mejor calidad, seguridad y confiabilidad.

Además, estas mejoras tienen un impacto directo en el sector productivo, pues permiten optimizar los procesos de fabricación, reducir tiempos de diagnóstico y minimizar paros no programados por fallas vinculadas al ruido o la vibración. Esto se refleja en una mayor eficiencia operativa, ahorro de costos y un incremento en la competitividad de la empresa dentro de su mercado. De esta manera, mis actividades no solo fortalecen la capacidad técnica interna, sino que también generan beneficios tangibles para la cadena de producción en la que se aplican.

7. Conclusiones

Sintetizando, puedo afirmar que debido a la naturaleza y variedad de las pruebas del laboratorio aprendí y apliqué una amplia cantidad de conocimiento, desde las bases hasta aspectos más especializados de las diferentes ramas (ciencias básicas, mecánica, electrónica, etc.) que aprendí en la universidad.

Ésta fue una de las razones por las cuales me agradó este puesto, ya que, a diferencia de otros, es posible e incluso necesario conocer de muchos ámbitos ya que los proyectos son muy variados y las áreas involucradas son muchas. Todos estos desarrollos son interdisciplinarios y la capacidad de aplicar tanto mental como físicamente los conocimientos fue de gran crecimiento tanto en mí siempre continua formación como ya en este ámbito laboral.

Dentro de mi participación en la empresa amplíé la capacidad del laboratorio al poner en marcha y mantener en funcionamiento el nuevo sistema, apoyando y alineado al objetivo de la empresa y del laboratorio de mantenerse siempre a la vanguardia, innovando y mejorando los procesos y el desarrollo de las pruebas. El nuevo equipo también permitió además la posibilidad de continuar realizando las pruebas que antes se hacían sin que los usuarios del sistema se vean afectados en sus pruebas normales ya que también es capaz de trabajar en estas pruebas básicas.

La implementación del nuevo equipo y software que realicé tuvo resultados bastante útiles tanto para mí como para la empresa, ya que permitió el desarrollo y ejecución de una variedad mayor de pruebas de sonido y vibración, abriendo la posibilidad para realizar un análisis más detallado y especializado de las pruebas que ya se realizan y de nuevas aplicaciones que anteriormente no era posible realizar en el laboratorio.

Me permitió aplicar conceptos que aprendí durante varias de mis materias tanto de ciencias básicas como de ingeniería aplicada, además abrió mi panorama sobre la aplicación de ellos y el desarrollo y necesidad siempre constante de nuevas tecnologías. Considero muy importante que tuve la oportunidad de aplicar y desarrollar mi razonamiento y criterio profesional adquirido en la universidad, empleándolo dentro de la empresa en casos particulares en ella, cimentado y apoyado en lo que aprendí en la carrera me permitió realizar con éxito mi trabajo junto a este y a otros proyectos.

El trabajar en Chamberlain fue muy valioso para mí ya que me presentó la oportunidad de aplicar y adquirir experiencia técnica e ingenieril y como resultado de mis actividades aprendí acerca de los procesos y conceptos que ya aplicados en la realización de pruebas me permitieron plantear y proponer mejoras, me sirvió también de crecimiento ya que realicé en conjunto con grupos interdisciplinarios el desarrollo de proyectos de mejora y calidad, desarrollé y mejoré proyectos de actualización y analicé con ayuda de los conocimientos de la carrera (mecánica, electrónica, computación, estadística) los resultados de las pruebas para determinar si el producto cumplía con los requerimientos necesarios. Tuve la oportunidad en más de una ocasión de viajar a las instalaciones principales de Chamberlain en Chicago, Illinois en donde además de apoyar en los

proyectos nuevos y en desarrollo, recibí capacitación para poderme especializar en áreas en crecimiento, como sonido y radiofrecuencias.

También, en el ámbito laboral pude conocer el ambiente en este tipo de empleo y además en una fábrica y empresa grande. Finalmente, como persona me ayudó a desarrollar y valorar algunos aspectos y características en los que considero tengo cierta fortaleza, sin embargo, también fui capaz de identificar y mejorar otros que me faltaba desarrollar.

8. Bibliografía

Para el desarrollo de este reporte y de mi trabajo consulté continuamente documentación referente a la realización de pruebas, manuales de equipos, instrucciones de trabajo, además de instrucciones verbales acerca de procedimientos, sin embargo, cierta información en particular de este material no puede ser compartida debido a un acuerdo de confidencialidad firmado al entrar a la empresa.

Se describió en la mayor medida posible y para fines de este reporte, la información necesaria para la comprensión y validación de las actividades realizadas dentro de la empresa que muestran la aplicación de conocimientos adquiridos durante mi formación en la universidad.

9. Anexos



Figura 1. Diagrama del posicionamiento del micrófono de arriba y acelerómetros.

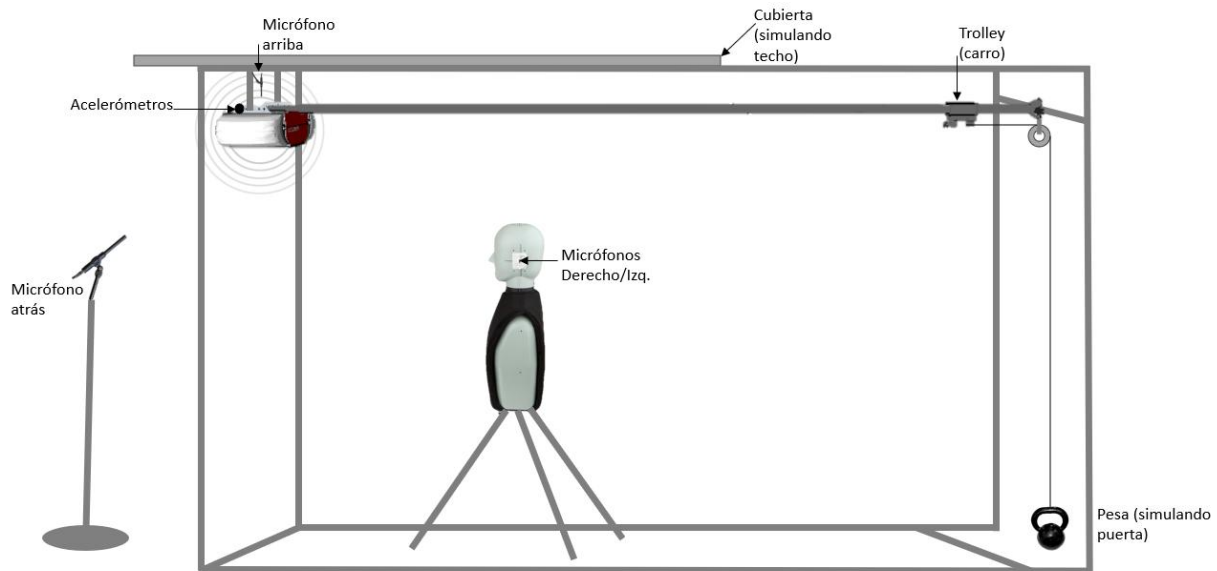


Figura 2. Esquema de instalación.