

UNIVERSIDAD TÉCNICA PRIVADA COSMOS

UNITEPC

FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SONIDO



**DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL
SISTEMA P.A. DE LA EMPRESA DE SONIDO “K’ALAQAYA
PRODUCCIONES”**

**Proyecto de Grado Presentado para
optar al Título de Licenciatura en
Ingeniería de Sonido**

POSTULANTE: RICHARD JIMMY QUISPE HILAYA
TUTOR: ING. MAURICIO CAMPOS

EL ALTO - LA PAZ - BOLIVIA

2020

DEDICATORIA

A mi madre, por estar conmigo, por enseñarme a crecer y a que si caigo debo levantarme, por apoyarme y guiarme, por ser la base que me ayudo a llegar hasta aquí.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente para empezar un camino lleno de éxito.

Así, quiero mostrar mi gratitud a todas aquellas personas que estuvieron presentes en la realización de esta meta, de este sueño que es tan importante para mí, agradecer todas sus ayudas, sus palabras motivadoras, sus conocimientos, sus consejos y su dedicación.

Muestro mis más sinceros agradecimientos a mi tutor de proyecto, quien con su conocimiento y su guía fue una pieza clave para que pudiera desarrollar una clave de hechos que fueron imprescindibles para cada etapa de desarrollo del trabajo.

Por último, quiero agradecer a la base de todo, a mi familia, en especial a mi madre, quien con sus consejos fueron el motor de arranque y mi constante motivación, muchas gracias por su paciencia y comprensión, y sobre todo por su amor.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I

1. CONSIDERACIONES GENERALES	1
1.1 Justificación	2
1.1.1 Justificación académica	2
1.1.2 Justificación técnica.....	3
1.1.2 Justificación institucional	3
1.1.3 Justificación económica.....	3
1.2 Planteamiento del Problema	4
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Delimitación del estudio	6
1.4.1 Delimitación temporal	6
1.4.2 Delimitación espacial.....	6
1.4.3 Delimitación financiera.....	6
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.1 Marco Teórico	7
2.1.1 Sonido	7
2.1.2 El movimiento ondulatorio	7
2.1.2.1 Amplitud (A).....	8
2.1.2.2 Periodo (T).....	8
2.1.2.3 Longitud de onda (λ).....	8
2.1.2.4 Frecuencia (f).....	8
2.1.3 Espectro de frecuencias	8
2.1.4 Presión sonora.....	9
2.1.5 Intensidad sonora	10
2.1.6 Potencia sonora.....	10
2.1.7 Impedancia.....	10
2.1.8 Parámetros thiele – small.....	11
2.1.8.1 Qes	11

2.1.8.2 Qms	11
2.1.8.3 Qts	12
2.1.8.4 Vas	12
2.1.9 Parámetros de los altavoces	12
2.1.9.1 Parámetros electromagnéticos	13
2.1.9.2 Parámetros mecánicos.....	13
2.1.10 Programa para la medición de parámetros de altavoces "limp"	15
2.1.10.1 Configuración de hardware.....	15
2.1.11 Programa de medición smart v8.....	16
2.1.11.1 Mediciones de un solo canal vs. doble canal	16
2.1.11.2 Mediciones de función de transferencia	17
2.1.11.3 Magnitude (Magnitud).....	18
2.1.11.4 Phase (Fase)	18
2.1.11.5 Coherance (Coherencia)	18
2.1.12 Mantenimiento	19
2.1.12.1 Tipos de mantenimiento	20
2.1.12.2 Mantenimiento preventivo	20
2.1.12.3 Mantenimiento correctivo.....	21
2.1.12.4 Estructura del plan de mantenimiento preventivo	22
3. DISEÑO METODOLÓGICO	26
3.1 Tipo de estudio	26
3.2 Enfoque de investigación.....	26
3.3 Diseño de investigación.....	26
3.4 Método de investigación.....	27
3.5 Descripción de la población.....	27
3.5.1 Población o universo.....	27
3.5.2 Muestra no probabilísticas	28
3.6 Técnicas e instrumentos.....	28
3.6.1 Encuesta	28
3.6.2 Observación	28
3.6.3 Análisis de contenido.....	29

3.6.4	Diario de campo.....	29
3.6.5	Procedimientos.....	29
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1	Resultados de la encuesta	31
4.1.1	Encuesta realizada al dueño de la empresa.....	36
4.2	Planificación de mantenimiento	37
4.3	Tipo de mantenimiento que realiza la empresa K'alaqaya producciones a los equipos de audio (P.A.).....	37
4.4	Clasificación de los equipos y herramientas con que cuenta la empresa	38
4.4.1	Descripción de los equipos de la empresa K'alaqaya producciones	38
4.3.2	Inventario de equipos.....	38
4.4.2	Codificación de los equipos.....	39
4.5	Mediciones de los parámetros técnicos de funcionalidad a los equipos de audio de la empresa (Sistema de P.A.).....	42
4.5.1	Mediciones de parámetros thiele – small.....	42
4.5.2	Mediciones de respuesta en frecuencia con el software smart v8.....	51
4.6	Planificación de mantenimiento preventivo	56
4.6.1	Fichas técnicas	56
4.6.2	Hojas de control de fallos	60
4.6.3	Inventario de repuestos	62
4.6.4	Índice de fallas	63
4.6.5	Plan de mantenimiento preventivo	64
	CONCLUSIONES	68
	RECOMENDACIONES	70
	BIBLIOGRAFÍA	72

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Circuitos equivalentes de baja frecuencia de un altavoz electrodinámico montado en una caja infinita.....	14
Ilustración 2. Configuración de medición para realizar mediciones de la impedancia del altavoz.....	15
Ilustración 3. Configuración de medición general para mediciones de impedancia de altavoces.....	16
Ilustración 4. Diagrama de conexión para la medición de los parámetros.....	43
Ilustración 5. Diagrama de conexión para la calibración del programa.....	43
Ilustración 6. Ventana de calibración.....	44
Ilustración 7. Ventana de configuración	45
Ilustración 8. Ventana de grafica de primera medición	45
Ilustración 9. Ventana de primeros datos obtenidos	46
Ilustración 10. Ventana de grafica agregando masa.....	47
Ilustración 11. Ventana de primeros datos con masa.....	47
Ilustración 12. Ventana de datos obtenidos agregando datos conocidos de resistencia, diámetro y masa.....	48
Ilustración 13. Ventana de configuración del programa	52
Ilustración 14. Ventana de configuración para la medición.....	53
Ilustración 15. Diagrama de conexión física para la medición	53
Ilustración 16. Ventana de nivelación de señal de entrada	54
Ilustración 17. Ventana de la respuesta en frecuencia, fase y magnitud.....	54
Ilustración 18. Respuesta en frecuencia de los sub graves.....	55
Ilustración 19. Respuesta en frecuencia del sistema line array agudos.....	55
Ilustración 20. Respuesta en frecuencia del sistema line array medios	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros Dinámicos de los Altavoces Thiele Small	14
Tabla 2. Inventario de equipos.....	38
Tabla 3. Inventario de herramientas de trabajo.....	39
Tabla 4. Codificación de equipos.....	41
Tabla 5. Parámetros de altavoz de referencia	49
Tabla 6. Parámetros actuales de los altavoces	50
Tabla 7. Hoja de datos técnicos del sistema P.A	58
Tabla 8. Hoja de datos técnicos del altavoz.....	59
Tabla 9. Historial de fallas	61
Tabla 10. Inventario de repuestos	62
Tabla 11. Entrada del componentes de repuesto.....	63
Tabla 12. Salida del componente de respuesto	63
Tabla 13. Plan de mantenimiento al sistema de Line Array	65
Tabla 14. Plan de Mantenimiento al sistema de Sub Woofer	65
Tabla 15. Plan de Mantenimiento a los cables de señal.....	66
Tabla 16. Tareas a realizar para el plan de mantenimiento preventivo	66

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Modelo de encuesta	76
ANEXO 2. Guía de observación realizada a la empresa.....	77
ANEXO 3. Diario de Campo realizada a los equipos de la empresa	78
ANEXO 4. Mediciones thiele small.....	80
ANEXO 5. Medición de diámetro del altavoz	80
ANEXO 6. Mediciones parámetros thiele small con masa	81
ANEXO 7. Separación de micrófono y fuente para medición de respuesta en frecuencia..	81
ANEXO 8. Hoja de datos técnicos del altavoz	83
ANEXO 9. Hoja de datos técnicos del sistema	88
ANEXO 10. Registro de la empresa Kálaqaya producciones	91

RESUMEN

El presente trabajo propone la elaboración de los lineamientos que deben adoptarse en la información del mantenimiento preventivo. La razón por la cual se realiza el mantenimiento preventivo es porque se recurre a un mantenimiento correctivo en la mayoría de veces, y encontrar paradas no planeadas, tiempo e incumplimiento de la demanda. A partir del diagnóstico realizado al proceso actual de mantenimiento se generan las posibles soluciones, a cada equipo con su respectivo inventario. El método consiste en la propuesta del diseño de mantenimiento, el cual describe la hoja de datos técnicos de los equipos, en donde se anotan las características técnicas más relevantes de un determinado equipo y sus respectivos puntos de mantenimiento. El resultado que se obtiene, es el desarrollo de un programa de Mantenimiento Preventivo, que garantice la confiabilidad, la seguridad de funcionamiento y la eficiencia de los equipos de audio.

El estudio fue realizado mediante un diseño experimental aplicando de una manera pre experimental. La población estuvo conformada por el personal del área de audio, la línea de producción y la muestra, se conformó por el jefe de la empresa, y los del personal de audio. Los datos fueron recopilados mediante encuestas, observación, fichas técnicas y hojas de historial de fallos.

Siguiendo con la aplicación de árbol lógico de decisiones, se establecieron las actividades de mantenimiento preventivo que conformaron en actividades de frecuencia semanal, mensual y semestral, basados cumplir tareas.

ABSTRACT

This work proposes the development of the guidelines to be adopted in the information on preventive maintenance. The reason preventive maintenance is performed is because corrective maintenance is used most of the time, and find unplanned stops, time and non-compliance with demand. From the diagnosis made to the current maintenance process, possible solutions are generated, to each team with their respective inventory. The method consists of the maintenance design proposal, which describes the technical data sheet of the equipment, which notes the most relevant technical characteristics of a given equipment and their respective maintenance points. The result is the development of a Preventive Maintenance program, which ensures the reliability, operational safety and efficiency of audio equipment.

The study was carried out using an experimental design applying in a pre-experimental way. The population consisted of the staff of the audio area, the production line and the sample, consisted of the head of the company, and those of the audio staff. The data was collected through surveys, observation, fact sheets and bug history sheets.

Following the application of logical decision tree, the preventive maintenance activities that formed weekly, monthly and semiannual frequency activities, based on tasks, were established.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo e implementación de un modelo real y factible para la gestión global del mantenimiento se ha convertido en un tema de investigación y discusión fundamental para alcanzar un buen desempeño en la gestión de mantenimiento, cuyos objetivos están alineados al cumplimiento de los objetivos de la empresa de sonido.

En toda empresa uno de los aspectos más importantes es el mantenimiento de los equipos, maquinarias e instalaciones, dado un adecuado plan de mantenimiento aumenta la vida útil de estos, reduciendo la necesidad, la adquisición de repuestos y minimizando el costo anual del material usado.

El mantenimiento, es un proceso donde se aplica un conjunto de acciones y operaciones orientadas a la conservación de un bien material y que nace desde el momento mismo que se concibe el proyecto, para luego prolongar su vida útil. Para llevar a cabo dicho mantenimiento tiene que ser a través de tareas, que correspondan al establecimiento de frecuencias y la fijación de fechas para la correcta realización de cualquier actividad de mantenimiento que se desee llevar a cabo. Este proyecto consta de implementar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa de sonido K´alaqaya producciones.

La empresa “K´alaqaya Producciones” perteneciente a la industria del espectáculo musical, está constituido principalmente por sistema de sonido trata de cumplir con las exigencias solicitadas por artistas nacionales y regionales, que deben estar en óptimas condiciones para realizar eventos musicales de manera eficaz y eficiente; por lo que se considera de vital importancia el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo.

CAPÍTULO

I

1. CONSIDERACIONES GENERALES

La empresa “K’alaqaya Producciones”, lleva funcionando en el mercado boliviano ocho años, se encuentra en el rubro de industrias del espectáculo, la cual, consiste en brindar un servicio de audio en vivo para espectáculos en donde se requiera los servicios de esta empresa.

Esta empresa de sonido utiliza un sistema “Line Array”, que trata de cumplir las exigencias solicitadas por artistas nacionales y regionales, ya que incluye, mezcla de audio compleja, sistemas de procesamiento de señales, miles de watts de potencia de amplificación y múltiples arreglos de altavoces, todo esto requiere una supervisión de personal calificado como ser ingenieros sonido y técnicos.

La fabricación de estos equipos de audio, fue ensamblada artesanalmente. Considerando que los equipos no disponen de un manual establecido por el fabricante.

Lo que se realizó en esta investigación es un análisis de los equipos con que trabaja la empresa para brindar un plan de mantenimiento preventivo que ayude al desempeño y mejor funcionamiento del sistema de sonido, realizando mediciones para determinar datos precisos de cada equipo de audio, los mismos servirán de referencia comparativa para solucionar futuros problemas y tener un cuidado minucioso de cada equipo de audio dentro de la empresa.

1.1 Justificación

La investigación debe realizarse para la preservación, cuidado, la prolongación del tiempo de vida y el buen funcionamiento de todos los equipos de audio en diferentes tipos de espectáculos, mejorando de esta manera, la productividad y eficiencia de la empresa de sonido K'alaqaya Producciones.

En este proyecto lo que se desea determinar son los datos que se hallarán mediante mediciones realizadas con ayuda del software Smaart V8 y LIMP, bajo los parámetros Thiele - Small y respuesta en frecuencia, que servirán como un dato de referencia para realizar comparaciones de las condiciones en la que se encuentra los equipos de audio cada determinado tiempo, donde la empresa tendrá registrada mediante un historial de fallas.

Las implicaciones que tendrían los resultados de este proyecto, principalmente, serían las fallas de los equipos debido a esto se tendría que realizar la compra de ciertos componentes dañados o en el mejor de los casos reparados manualmente.

Los beneficiados en la elaboración de este proyecto, primordialmente serán para la empresa ya que podría tener mayor cuidado con cada uno de los equipos, la misma contaría con un sistema de sonido más organizado y tendrá el control de la prevención de fallas y daños de cada equipo de audio.

1.1.1 Justificación académica. La investigación es necesaria porque el ingeniero de sonido está capacitado en el uso correcto de cada equipo y sabe cómo preservarlo el mayor tiempo posible sin causar daños en los mismos, donde los conocimientos académicos y técnicas sobre mantenimiento estudiados en la Universidad Técnica Privada Cosmos son aplicados en esta investigación y a lo largo de esta presentación.

1.1.2 Justificación técnica. La investigación se realizará para la preservación, uso y cuidado de los equipos de audio. Donde van a quedar como una referencia importante que será consultada por la empresa cada que suceda alguna falencia en los equipos de audio.

1.1.2 Justificación institucional. La empresa K´alaqaya producciones es la que se beneficia directamente al contar con un plan de mantenimiento preventivo, tomando en cuenta también que los equipos mantienen una organización para facilitar el trabajo de los técnicos y las personas que trabajan en la empresa.

1.1.3 Justificación económica. El proyecto es necesario para que la empresa de sonido evite gastos en reparación de equipos y manteniendo un tiempo de vida alargado a los mismos, la investigación proporciona evitar gastos innecesarios con un plan de mantenimiento preventivo.

1.2 Planteamiento del Problema

La empresa “K’alaqaya Producciones” se encarga de cumplir la demanda de diferentes eventos musicales a nivel regional y nacional. Debido a la alta demanda, algunas actividades internas no cuentan con una adecuada organización y estructuración; dentro de las cuales se encuentra el mantenimiento preventivo de los equipos, la causa que se tomó en consideración fueron los desperfectos observados en el mantenimiento de los equipos de audio, por lo tanto, la problemática se direcciona a la deficiencia de los equipos de audio, lo que lleva a realizar la siguiente pregunta. ¿Cómo se podrá disminuir la deficiencia en el mantenimiento que afecta al rendimiento, funcionamiento, prevención y cuidado del sistema PA?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para preservar el buen rendimiento y funcionamiento de los equipos de audio (sistema de P.A) de la empresa “K’alaqaya Producciones” de la ciudad de La Paz.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Describir e identificar el tipo de mantenimiento que realiza la empresa K’alaqaya Producciones a los equipos de audio (P.A).
- Clasificar los equipos y herramientas con que cuenta la empresa actualmente, en donde se incluirán características, capacidades y condiciones físicas.
- Medir los parámetros técnicos de funcionalidad del sistema P.A de la empresa de audio.
- Elaborar la planificación de mantenimiento preventivo para la empresa.

1.4 Delimitación del estudio

1.4.1 Delimitación temporal. Para la elaboración del proyecto de grado se tiene un tiempo delimitado de realización máxima de seis meses, pertenecientes al segundo semestre de la gestión 2020. Iniciando en el mes de julio con la elaboración del perfil, desarrollando el proyecto hasta fines de octubre, y a su presentación en noviembre de la misma gestión.

1.4.2 Delimitación espacial. Para la delimitación espacial, el proyecto se concretará en las instalaciones de la empresa de K'alaqaya Producciones, ubicado en la Calle 2 Villa Alemania Nro. 55 distrito municipal 3 de la ciudad de El Alto La Paz Bolivia.

1.4.3 Delimitación financiera.

Nº	Ítem	Precio unitario	Cantidad	Total	Características
1	Internet	204 Bs	2	408 Bs	Meses
2	Computadora	5000 Bs	1	5000 Bs	Macbook pro
3	Impresora	400 BS	1	400 Bs	Canon
4	Hojas	30 Bs	2	60 Bs	Paquete
5	Tinta de impresora	25 Bs	2	50 Bs	
6	Cuaderno de apuntes	10	1	10 Bs	
7	Bolígrafos	1 Bs	2	2 Bs	
8	Llamadas	1 Bs	10	10 Bs	
9	Programa Smaart V8	1400 Bs	1	1400 Bs	Original
10	Micrófono de Medición	700 Bs	1	700 Bs	
11	Pasajes	2 Bs	42	84 Bs	
Total				8,124 Bs	

CAPÍTULO

II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Sonido. Es un fenómeno físico del movimiento del aire, el cual puede emitir una fuente emisora que genera una serie de ondas de presión sonora que, al llegar a nuestro oído, las percibimos como sonido.

Para medir la velocidad o ciclos de onda se utiliza la unidad de Hertz (un ciclo por segundo); de esta manera, la longitud de onda será estipulada por la frecuencia de esta. Para medir la intensidad o el volumen de presión (SPL) se utiliza el decibelio. Esta es una medida logarítmica y se emplea para medir la ganancia o la atenuación de una señal.

El espectro humano tiene un rango auditivo que va desde los 20 Hz a los 20KHz, siendo justo al nacer donde alcanzamos el máximo potencial del sentido auditivo. Con los años este va menguando, sufriendo un proceso conocido también como presbiacusia.¹ (Zafra, 2018)

2.1.2 El movimiento ondulatorio. El movimiento ondulatorio se caracteriza por la propagación de movimiento o energía a través de un medio. Si la dirección del movimiento de las partículas es paralela a la dirección de propagación el movimiento ondulatorio es longitudinal; si la dirección del movimiento es perpendicular, el movimiento es transversal. En la propagación de un movimiento ondulatorio se define por frente de onda al lugar geométrico de todos los puntos del medio que están en el mismo estado de vibración, los cuales se hallan formando una superficie. Cuando las perturbaciones se propagan en todas las direcciones a partir de un foco puntual diremos que la propagación se realiza por ondas esféricas. En los frentes de onda planos, todos los puntos están en las mismas condiciones de vibración en un instante y se propagan en la misma dirección. El movimiento queda definido

¹ ZAFRA JULIAN Ingeniería de sonido pág. 15 Año 2018

por una serie de magnitudes: - Magnitudes de espacio (elongación, amplitud, ciclo o vibración) - Magnitudes de tiempo (periodo, fase y tiempo) - Magnitudes que relacionan espacio y tiempo (frecuencia). (Sonido, 2019)

2.1.2.1 Amplitud (A). Es el valor máximo del movimiento de una onda (A).

2.1.2.2 Periodo (T). El periodo es el tiempo transcurrido por un punto que alcanza sucesivamente la misma posición. El periodo depende de las características iniciales de la perturbación.

2.1.2.3 Longitud de onda (λ). La distancia entre dos puntos consecutivos en el mismo estado de vibración se denomina longitud de onda (λ);

La velocidad de propagación V, es la distancia recorrida por la onda por unidad de tiempo. Si consideramos un ciclo completo, el tiempo será T y la distancia recorrida λ : $V = \lambda / T$

2.1.2.4 Frecuencia (f). El número de perturbaciones -pulsaciones- por segundo se llama frecuencia del sonido y se mide en hercios (Hz). Las frecuencias más bajas se corresponden con lo que habitualmente llamamos sonidos “graves”; las frecuencias más altas se corresponden con lo que llamamos “agudos” (Zafra, 2018)

$$f = 1 / T$$

2.1.3 Espectro de frecuencias. Los ruidos se pueden descomponer en una superposición de sonidos puros de frecuencias diferentes. La repartición de la energía sonora en función de cada una de estas frecuencias define el espectro de frecuencias de ruido. El conocimiento del espectro permite establecer si el ruido contiene frecuencias bajas (graves), medias o altas (agudas). Este es un fenómeno importante de la investigación, ya que el oído humano reacciona de manera diferente según las frecuencias, y la propagación del ruido en

el aire y a través de los obstáculos depende asimismo del espectro de frecuencias del ruido. (Zafra, 2018)

El dominio audible de frecuencias se sitúa aproximadamente en el intervalo 20-20.000 Hz.

Cada octava y tercio de octava se denomina por el valor de su frecuencia central en Hz. Las frecuencias centrales del espectro se articulan alrededor del valor 1000 Hz. (Zafra, 2018)

La anchura de los filtros de octava es:

$$f_2 - f_1 = 0,707 f_c, \text{ siendo } f_2 = 2 f_1$$

f_1, f_2 son las frecuencias extremas de cada banda.

La anchura de los filtros de tercio de octava es

$$f_2 - f_1 = 0,232 f_{ca.}, \text{ siendo } f_2 = f_1$$

2.1.4 Presión sonora. Una fuente sonora produce una cierta cantidad de energía por unidad de tiempo, esto es una cierta potencia sonora. Esta es una medida básica de cuánta energía acústica puede producir una fuente sonora con independencia del contorno. La energía sonora fluye de la fuente al exterior, aumentando el nivel de presión sonora existente. Cuando medimos el nivel de presión sonora, éste no sólo dependerá de la potencia radiada y de la distancia radiada respecto de la fuente, también dependerá de la cantidad de energía absorbida y de la cantidad de energía transmitida.

Puesto que la presión sonora es una magnitud variable de un punto a otro, en ciertas circunstancias es conveniente utilizar como medida de amplitud del sonido otras magnitudes en lugar de la presión. Se pueden utilizar tres magnitudes para definir la amplitud de una onda sonora. (Sonido, 2019)

2.1.5 Intensidad sonora. La intensidad acústica se define como la cantidad de energía sonora transmitida en una dirección determinada por unidad de área. Para realizar la medida de intensidades se utiliza actualmente analizadores de doble canal con posibilidad de espectro cruzado y una sonda que consiste en dos micrófonos separados a corta distancia. Permite determinar la cantidad de energía sonora que radia una fuente dentro de un ambiente ruidoso. No es posible medirlo con un sonómetro. El nivel de intensidad sonora se mide en w/m^2 . (Sonido, 2019)

2.1.6 Potencia sonora. La potencia acústica es la cantidad de energía radiada por una fuente determinada. El nivel de potencia acústica es la cantidad de energía total radiada en un segundo y se mide en w . La referencia es $1pw = 10^{-12} w$.

La potencia acústica es un valor intrínseco de la fuente y no depende del lugar donde se halle.

La potencia acústica de un foco sonoro es constante y solo depende de las características de la fuente. En cambio, la intensidad y la presión varían inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. (Sonido, 2019)

2.1.7 Impedancia. Se denomina impedancia a la resistencia al paso de una corriente alterna. Es similar al concepto de resistencia en circuitos de corriente continua, pero a diferencia de la resistencia, la impedancia se representa mediante un número complejo. Las impedancias, al igual que los números complejos, poseen una parte real y una parte imaginaria.² (Física Practica, 2007)

Si tenemos un elemento resistivo puro solamente tendrá parte real (correspondiente a su resistencia), mientras que si tenemos un elemento capacitivo puro o inductivo puro tendrá

² <https://www.fisicapractica.com/impedancia.php>

solamente parte imaginaria (correspondiente a su reactancia). Los elementos con una parte resistiva y otra parte inductiva poseen tanto parte real como parte imaginaria. La impedancia se representa con la letra Z y se expresa de la siguiente manera:

$$Z = R + j X$$

R es la parte real de la impedancia y corresponde al valor resistivo del elemento. X es la parte imaginaria y corresponde a la reactancia total, que se calcula como la diferencia de las reactancias inductivas y capacitivas.

$$X = (X_L - X_C)$$

Para resolver un circuito de forma fasorial es necesario conocer las impedancias de sus elementos, de la misma manera que en corriente continua debemos conocer la resistencia (Fisica Practica, 2007)

2.1.8 Parámetros thiele – small. Para un análisis de un altavoz, son usados comúnmente los parámetros de Thiele-Small. Estos son parámetros que detallan la respuesta en frecuencia del sistema del altavoz. No nos analizan el circuito equivalente, aunque tiene mucho que ver con él.

Los parámetros Thiele-Small son los siguientes:

2.1.8.1 Q_{es} . Es la sobreprotección eléctrica. Parte de amortiguación de la resonancia por motivos puramente electromagnéticos. En la mayoría de los altavoces este valor de amortiguación es el que predomina. Hay que añadir que se trata de un parámetro sin unidades.

2.1.8.2 Q_{ms} . Es la sobretensión mecánica. Parte de la amortiguación de la resonancia por motivos puramente mecánicos, y más detalladamente por las fricciones y suspensiones como la araña y el anillo elástico. Su valor típico es alrededor de 3. Este parámetro indica el nivel de pérdidas en los elementos mecánicos de manera que, si Q_{ms} es mayor, indica que

existen menos pérdidas mecánicas de manera que si Q_{ms} es menor, indica que existen, más pérdidas por motivos mecánicos. El efecto más significativo de este parámetro se sucede en la impedancia del altavoz, dando mayores picos de impedancia cuanto mayor es su valor. Hay que añadir que se trata de un parámetro sin unidades.

2.1.8.3 Q_{ts} . Es la sobretensión total. Parte de la amortiguación de la resonancia por ambos motivos. De manera más descriptiva para una función de transferencia se trata de la inversa del coeficiente de amortiguamiento.

Este valor es proporcional a la frecuencia de resonancia y la energía radiada dividida entre la energía disipada. Los valores más normales en altavoces están entre 0.2 y 0.8, hay que añadir que se trata de un parámetro sin unidades.

2.1.8.4 V_{as} . Es la elasticidad acústica. Es el volumen de aire que tiene la misma elasticidad que las suspensiones del altavoz. El valor de este parámetro varía proporcionalmente al cuadrado del diámetro.

Aunque ya se ha dicho antes hay que remarcar que este protocolo de ensayos determina parámetros que describen la respuesta en frecuencia de la impedancia del altavoz. Se trata por lo tanto de un método de identificación espectral y en ningún caso paramétrico como puede parecer en un primer momento. También es importante mencionar que esta curva de impedancia con la que se calculan los parámetros es obtenida para el altavoz colgado en el aire, sin ningún tipo de pantalla ni caja acústica que aislé la cara anterior de la posterior.³
(Blanco, Junio 2007, pág. 73)

2.1.9 Parámetros de los altavoces. Un altavoz electrodinámico montado en una caja infinita se caracteriza por los siguientes parámetros físicos:

³ BLANCO VICTOR Modelo eléctrico de un sistema de altavoz pág. 73 Año 2007

2.1.9.1 Parámetros electromagnéticos:

R_E - Resistencia DC de la bobina de voz (Ω)

L_E - auto-inductancia de la bobina de voz (H)

L_2 – inductancia debida al acoplamiento inductivo de las corrientes (H)

R_2 – resistencia debida a las corrientes (Ω)

Bl – factor de fuerza (Tm)

2.1.9.2 Parámetros mecánicos:

S – área efectiva de la membrana (m²)

C_{MS} – elasticidad de la suspensión (m/N)

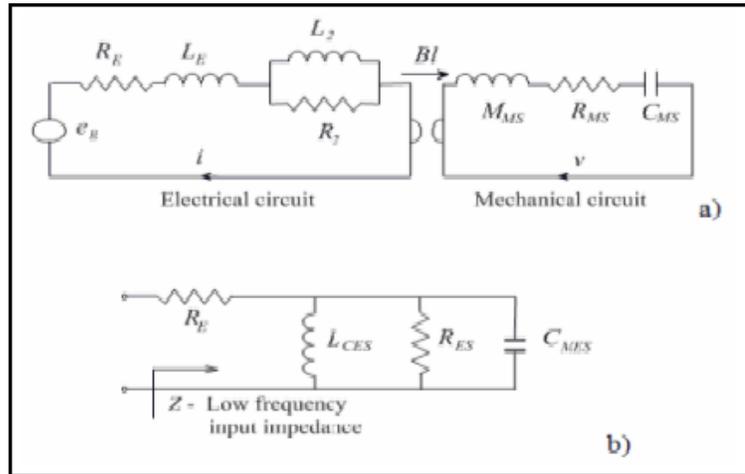
M_{MS} – masa mecánica de la membrana más masa de aire que carga la membrana (Kg)

R_{MS} - resistencia mecánica más resistencia a la radiación de la membrana (Kg. /s.)

(El área del pistón se obtiene normalmente con la medición del diámetro del cono incluyendo el 1/3 del borde).⁴ (Mateljan, 2007)

⁴ MATELJAN IVO Manual de Usuario LIMP pág. 23 Año 2007

Ilustración 1. Circuitos equivalentes de baja frecuencia de un altavoz electrodinámico montado en una caja infinita



Fuente: (Mateljan, 2007, pág. 33)

Ilustración 1 a) Circuito eléctrico de un altavoz electrodinámico de banda ancha montado en un baffle infinito, y b) circuito para el cálculo de la impedancia de entrada de baja frecuencia.

Parámetros dinámicos de los altavoces de Thiele - Small tabla 1

Tabla 1.

Parámetros Dinámicos de los Altavoces Thiele Small

Frecuencia de resonancia en aire libre (Hz)	$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{M_{MS}C_{MS}}}$, $\omega_s = \frac{1}{\sqrt{M_{MS}C_{MS}}}$
Factor Q Mecánico	$Q_{MS} = \frac{\omega_s M_{MS}}{R_{MS}} = \frac{1}{\omega_s C_{MS} R_{MS}}$
Factor Q Eléctrico	$Q_{ES} = \frac{\omega_s M_{MS} R_E}{(Bl)^2}$
Factor Q Total	$Q_{TS} = \omega_s C_{MES} \frac{R_E R_{ES}}{R_E + R_{ES}} = \frac{Q_{MS} Q_{ES}}{Q_{MS} + Q_{ES}}$
Eficiencia de Potencia Disponible (%)	$\eta_0 = \frac{\rho_0}{2\pi c} \frac{S^2 (Bl)^2}{R_E M_{MS}^2}$
Sensibilidad (1W/1m) en dB	$L_p (1W/1m) = 10 \log \left(\frac{\rho_0 c}{2\pi} \eta_0 \right) - 20 \log(p_{ref}) = 112.1 + 10 \log(\eta_0)$
Volumen acústico equivalente (m³)	$V_{AS} = \rho_0 c^2 S^2 C_{MS}$

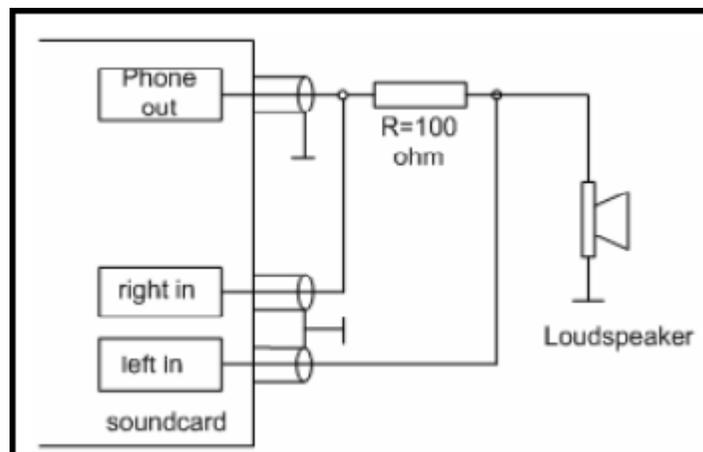
Fuente: (Mateljan, 2007, pág. 33)

2.1.10 Programa para la medición de parámetros de altavoces "limp". Es un programa diseñado para la medición de la impedancia de altavoces y a estimación de los parámetros físicos y dinámicos de los altavoces (también llamado parámetros Thiele-Small). Es también un programa de uso general para medir impedancia entre 1 y 200 ohmios. (Mateljan, 2007)

2.1.10.1 Configuración de hardware. La configuración de medición más simple es la que se muestra en la Ilustración 2.6.1 La salida de teléfono de la tarjeta de sonido (o la salida del altavoz) se usa como salida del generador de señales. La entrada de línea izquierda de la tarjeta de sonido se usa para registrar el voltaje U_1 y la entrada de línea derecha de la tarjeta de sonido se usa para registrar el voltaje U_2 . (Mateljan, 2007)

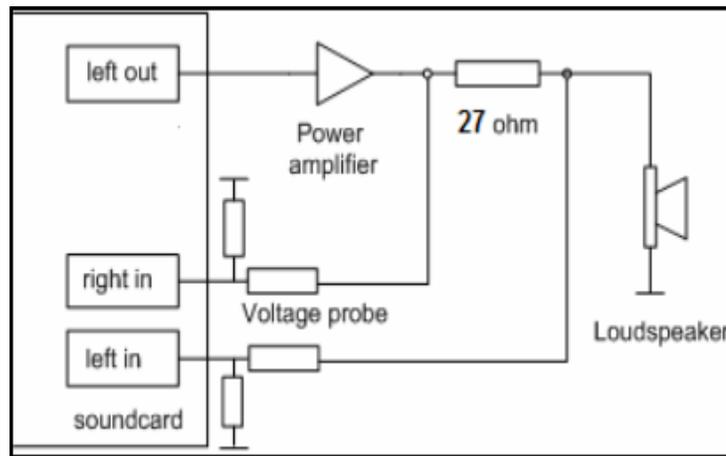
Nota: Si la tarjeta de sonido no tiene salida de teléfono o de altavoz, entonces habremos de usar la salida de línea y un amplificador de potencia exterior, como se muestra en la Ilustración 3.

Ilustración 2. Configuración de medición para realizar mediciones de la impedancia del altavoz



(Mateljan, 2007, pág. 8)

Ilustración 3. Configuración de medición general para mediciones de impedancia de altavoces



(Mateljan, 2007, pág. 8)

2.1.11 Programa de medición smart v8. Es un analizador plataforma de software basada en la FFT de doble canal que se utiliza en el trabajo de ingeniería de sonido para ver el contenido de frecuencia de las señales, o para medir la respuesta eléctrica y electro-acústica de nuestro sistema de sonido. Esta herramienta nos ayuda a examinar los sistemas de sonido con detalle, y a diagnosticar y resolver problemas.

Como ingenieros de sistema, Smart nos ayuda en el proceso de ajustar y alinear los sistemas de altavoces en el entorno de trabajo.⁵ (Acoustics, 2011)

2.1.11.1 Mediciones de un solo canal vs. doble canal. En su esencia, Smart realiza dos tipos distintos de medida: de un solo canal o canal sencillo (análisis de la señal) y de doble canal (análisis de la respuesta). Las mediciones de un solo canal examinan la señal presente en un solo punto de un sistema, y se podrían describir mejor como mediciones para el análisis de la señal. Estas mediciones cuantifican aspectos como el nivel de la señal y el contenido de frecuencias, y aparecen en Smart como mediciones de Spectrum (RTA y

⁵ https://www.rationalacoustics.com/files/Empezando_con_Smart_v7.pdf

Spectrograph) y de SPL. En las mediciones de canal sencillo, el usuario adquiere la señal a través de un sensor eléctrico (división de la señal) o un sensor acústico (micrófono) y examina directamente el contenido de esa señal. Los métodos de un solo canal proporcionan una medida absoluta, y ayudan a responder a las preguntas de un ingeniero como "¿qué energía hay a 1kHz en esa señal?", "¿cuál es esa frecuencia?" o "¿cuál es el SPL en este punto de la sala?". Las mediciones de doble canal comparan dos señales para así examinar la relación entre ellas. En las implementaciones de Smaart, se compara la señal de entrada de un sistema (referencia) con su correspondiente señal de salida (medición) para evaluar lo que el sistema está haciendo sobre las señales que lo atraviesan. Eso podría describirse mejor como medidas de la respuesta del sistema, y en Smaart, usamos los métodos de doble canal para medir la respuesta en frecuencia de un sistema (función de transferencia) y la respuesta al impulso. Los métodos de doble canal proporcionan una medida relativa (la entrada vs. la salida) y ayuda a responder a preguntas como "¿cuál es la frecuencia de cruce de nuestro sistema?", "¿Cuánto aumento o recorto?" o "¿cuándo llega al micrófono la energía del altavoz principal?". (Acoustics, 2011)

2.1.11.2 Mediciones de función de transferencia. La Función de Transferencia es una medida de doble canal que determina la respuesta en frecuencia de un sistema mediante la comparación de su señal de entrada (referencia) con su señal de salida (medición). Esta medición muestra la diferencia entre las dos señales, tanto en magnitud como en fase, y representa el comportamiento del procesamiento del sistema en función de la frecuencia.

La medida de La Función de Transferencia de Smaart permite examinar la respuesta en frecuencia de los diversos componentes de un sistema de sonido, tanto eléctricos (EQ, mezcladores, procesadores) como electro-acústicos (altavoces, su entorno y sus electrónicas).

Estas medidas son muy útiles en multitud de aplicaciones, como diseño de altavoces, evaluación de equipos, o ecualización y optimización de sistemas. Los datos de las mediciones de la Función de Transferencia de Smaart se pueden ver como cuatro gráficas diferentes, en tres pantallas distintas: la respuesta de magnitud y la coherencia (en la misma ventana); la fase; y la IR en vivo (con su ventana del dominio de tiempo).

2.1.11.3 Magnitude (*Magnitud*). La ventana de Magnitud muestra tanto el gráfico de la magnitud de la función de transferencia (respuesta en frecuencia), como el de la coherencia (véase más adelante). En el gráfico de magnitud, ganancia y atenuación aparecen como desviaciones respecto a la línea central de 0 dB.

2.1.11.4 Phase (*Fase*). La ventana de Fase muestra la fase relativa de la medición de una función de transferencia. Este gráfico muestra la diferencia (en grados) entre las señales de referencia y medición. Proporciona una indicación del tiempo relativo en función de la frecuencia, de los cambios de fase debidos al filtrado y de la polaridad del sistema. El diagrama de fase es "circular" pasando por los 360° - la parte superior de la ventana (180°) representa el mismo punto que la parte inferior (-180°). La gráfica de fase se debe interpretar como un trazo continuo, que sale de la parte inferior de la ventana y continúa por la parte superior.

2.1.11.5 Coherence (*Coherencia*). La curva de coherencia muestra la estabilidad de los datos de la función de transferencia en la serie de mediciones/promedios realizados, y se expresa como un porcentaje de 0 (mala coherencia - datos incoherentes) a 100% (datos muy consistentes.). Si se selecciona el promediado "instantáneo" de la función de transferencia, la coherencia no se calcula. La curva de coherencia se traza utilizando la mitad superior de la ventana de Magnitud. Existen tres motivos generales de coherencia reducida. En primer

lugar, un problema con el sistema de medición - lo más frecuente es no tener ajustado correctamente el retardo de medición (ver más abajo). En segundo lugar, el ruido ambiental que provoca la contaminación de la medida - la pérdida de relación señal/ruido. Y en tercer lugar, el exceso de reverberación o la caída de la relación directa/reverberante en el sistema de medición. Generalmente, la gráfica de coherencia proporciona una excelente indicación de la inteligibilidad del sistema, y es una buena fuente de información de la calidad en el sistema de medición y de la medición en sí. (Acoustics, 2011)

2.1.12 Mantenimiento. El mantenimiento se puede definir como el control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general.⁶ (Abella, 2008)

Por lo tanto, las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo.

El objetivo final del mantenimiento industrial se puede sintetizar en los siguientes puntos:

Evitar, reducir, y en su caso, reparar, los fallos sobre los bienes.

Disminuir la gravedad de los fallos que no se lleguen a evitar.

Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.

Evitar accidentes.

Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.

⁶ ABELLA BELÉN Mantenimiento industrial pág. 4 Año 2008

Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.

Reducir costos.

Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

En resumen, un mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallos.

2.1.12.1 Tipos de mantenimiento. Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño, diseño robusto, análisis de su mantenibilidad, diseño sin mantenimiento, etc.

2.1.12.2 Mantenimiento preventivo. Es el conjunto de actividades programadas de antemano, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc., encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema.

Las desventajas que presenta este sistema son:

Cambios innecesarios: al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desmontado, se observa la necesidad de "aprovechar" para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo coste es escaso frente al correspondiente de desmontaje y montaje, con el fin de prolongar la

vida del conjunto. Estamos ante el caso de una anticipación del reemplazo o cambio prematuro.

Problemas iniciales de operación: cuando se desmonta, se montan piezas nuevas, se monta y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.

Coste en inventarios: el coste en inventarios sigue siendo alto, aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.

Mano de obra: se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para periodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más rápidamente posible.

Mantenimiento no efectuado: si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce una degeneración del servicio.

Por lo tanto, la planificación para la aplicación de este sistema consiste en:

- Definir qué partes o elementos serán objeto de este mantenimiento.
- Establecer la vida útil de los mismos.
- Determinar los trabajos a realizar en cada caso.
- Agrupar los trabajos según época en que deberán efectuarse las intervenciones.

2.1.12.3 Mantenimiento correctivo. Es el conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados por repuestos que se realiza cuando aparece el fallo.

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

Tiene como inconvenientes, que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Asimismo, fallos no detectados a tiempo, ocurridos en partes cuyo cambio hubiera resultado de escaso coste, pueden causar danos importantes en otros elementos o piezas conexos que se encontraban en buen estado de uso y conservación.

Otro inconveniente de este sistema, es que se debe disponer de un capital importante invertido en piezas de repuesto.⁷ (Abella, 2008, pp. 4-6)

2.1.12.4 Estructura del plan de mantenimiento preventivo. En un plan de mantenimiento se describen las actividades que comúnmente son conocidas o ejecutadas en las organizaciones para el mantenimiento de los sistemas u objetos. El plan contiene una serie de criterios tales como: código de la actividad, descripción de la misma, condición de operación del equipo, la frecuencia, los recursos que se dividen en tres grupos: mano de obra, materiales y repuestos y los equipos y herramientas. Finalmente, el plan permite incluir algunas observaciones para actividades específicas. Identificando cada parámetro del plan tenemos:

a. Código de actividad: Es una nomenclatura alfanumérica que identificada el tipo de actividad a realizar.

b. Descripción de actividades: Para realizar las acciones de mantenimiento, se describen las actividades que generalmente son conocidas y ejecutadas en las organizaciones para el mantenimiento de los sistemas u objetos, estas son:

⁷ ABELLA BELÉN Mantenimiento industrial pág. 6 Año 2008

Actividad mecánica: Son las acciones de mantenimiento dirigidas a la conservación y reparación de las partes, mecánicas de los objetos o sistemas.

c. Frecuencia: Es el tiempo estimado para realizar la actividad en el plan de mantenimiento.

d. Condición de operación: Es el estado en que se encuentra la planta o equipo respecto a su condición de funcionamiento.

e. Recursos de mantenimiento:

Mano de obra: por lo general este personal es el necesario para la ejecución de la acción de mantenimiento, este está conformado por mecánicos, electricistas, ayudantes y técnicos.

Materiales y repuestos: Son aquellos renglones que facilitan el ensamblaje, limpieza, ajustes de los equipos sometidos a mantenimientos. Pueden ser utilizados por varios sistemas. Su vida útil es muy corta tales como paños, baldes/tobos, agua, jabón, lubricantes y los repuestos son aquellos renglones que se forman parte de un objeto (maquinarias, equipos, instalación) que, generalmente, tienen un serial de parte asignada por el fabricante o proveedor; la vida útil viene definida por el fabricante y tienen especificaciones y características particulares que se tiene que tener en inventarios para la sustitución cuando se presentan averías.

Herramientas: Son renglones que facilitan la labor del ejecutor de las acciones de mantenimiento sobre los diferentes objetos de mantenimiento, generalmente están formados por una sola pieza y en oportunidades vienen en presentaciones de conjunto o agrupaciones, por ejemplo, juego de llaves, martillos y herramientas menores.

Equipos: Son aquellos renglones que no pertenecen al sistema productivo y que facilitan la ejecución de la acción de mantenimiento, teniéndose en cuenta que también ameritan la

ejecución de instrucciones técnicas de acuerdo a su uso, además sirven para complementar la acción de mantenimiento, por ejemplo; compresores, tornos, soldadores.

Instrumentos: Son los renglones que controlan, miden y ajustan las actividades de mantenimiento e informan al ejecutor sobre el avance del procedimiento llevado en la ejecución, que al igual que los equipos complementan las acciones de mantenimiento. Entre los instrumentos se tienen: calibradores, multímetro, vernier, entre otros.

f. Observaciones: Son las indicaciones que deben hacerse a alguna actividad de mantenimiento en específico durante el desarrollo de la aplicación del plan.

g. Dirigir las políticas de mantenimiento hacia las áreas o sistemas más críticos: El análisis de criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte. Sus áreas comunes de aplicación se orientan a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos: mantenimiento, inspección, materiales, disponibilidad de planta, personal.

Este análisis se realiza identificando las funciones del ente a evaluar, con el fin de conocer los procesos y la norma de operación para alcanzar el producto final. Optima el uso de los recursos disponibles, concentrándolos en los elementos más importantes que impacte positivamente la rentabilidad del negocio. La aplicación del análisis jerarquiza los sistemas estudiados en: a) alta criticidad, b) media criticidad y c) baja criticidad.

Matemáticamente el índice de criticidad esta expresado como el producto de la frecuencia por la consecuencia, donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y la consecuencia está referida con el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. En

función de lo antes expuesto, se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad en el ámbito del mantenimiento, los siguientes:

El tiempo promedio para reparar (TPPR): Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Mide la efectividad para restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentre fuera de servicio por una falla, dentro de un período de tiempo determinado.

El impacto operacional: Es el porcentaje de producción que se afecta cuando ocurre la falla, o también puede entenderse como la capacidad que deje de producir cuando ocurre la falla.

Los costos: Se refiere a los costos implícitos en mantenimiento o en la reparación total de la falla.

Utilización o nivel de producción: comúnmente llamado factor de uso, mide el tiempo efectivo de operación de un activo durante un periodo determinado.⁸ (C., 2016, págs. 26 - 31)

⁸ JORGE SALSEDO Propuesta de un plan de mantenimiento para la llenadora rotativa de línea de producción de salsa a base de tomate y ketchup de la empresa de alimentos GÁRMI C.A. pág. 31 Año 2016

CAPÍTULO

III

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de estudio

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. (Sampieri, 2014)

Constará con un tipo de investigación explicativo, donde se busca establecer conclusiones y explicaciones, que vengán a enriquecer las distintas teorías existentes sobre mantenimiento en otras áreas.

3.2 Enfoque de investigación

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población. (Sampieri, 2014)

El proyecto tiene un enfoque metodológico cuantitativo tiene como parte, mediciones y análisis de datos y pretende acotar intencionalmente la información (medir con precisión las variables del estudio).

3.3 Diseño de investigación

La investigación pre experimental consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición de una o más variables para observar cuál es el nivel del grupo en éstas.

Este diseño no cumple con los requisitos de un experimento “puro”. No hay manipulación de la variable independiente (niveles) o grupos de contraste (ni siquiera el mínimo de presencia o ausencia). Tampoco existe una referencia previa de cuál era el nivel que tenía el grupo en la o las variables dependientes antes del estímulo. No es posible establecer causalidad con certeza ni se controlan las fuentes de invalidación interna. (Herández Sampiere, 2014, pág. 141)

Lo que desea aplicar en este proyecto son resultados comparativos estadísticos entre mediciones previas al proyecto y posteriores al proyecto determinando de esta manera tener resultados conformes respecto a las primeras mediciones.

3.4 Método de investigación

El método deductivo a diferencia del inductivo, es el procedimiento racional que va de lo general a lo particular. Posee la característica de que las conclusiones de la deducción son verdaderas, si las premisas de las que se originan también lo son. Por lo tanto, todo pensamiento deductivo nos conduce de lo general a lo particular. De este modo, si un fenómeno se ha comprobado para un determinado conjunto de personas, se puede inferir que tal fenómeno se aplica a uno de estos individuos. (BASTAR, Primera edición: 2012, pág. 15)

El proyecto se basará en actividades particulares, se espera que las conclusiones generales encontradas sean lo suficientemente válidas para el buen funcionamiento del plan de mantenimiento preventivo en la empresa y que el proyecto tenga fundamentos más sólidos.

3.5 Descripción de la población

3.5.1 Población o universo. Es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. (Herández Sampiere, 2014, pág. 174)

Los estudios dentro de este proyecto englobarían al personal de la empresa K´alaqaya producciones.

3.5.2 Muestra no probabilísticas. La ventaja de una muestra no probabilística desde la visión cuantitativa es su utilidad para determinados diseños de estudio que requieren no tanto una “representatividad” de elementos de una población, sino una cuidadosa y controlada elección de casos con ciertas características especificadas previamente en el planteamiento del problema. (Herández Sampiere, 2014, pág. 190)

Como criterio de inclusión se considera solo al personal de audio, cinco personas que están constantes en la manipulación con el sistema de audio, ellos tienen mayor interacción con el plan de mantenimiento a los equipos de audio de la empresa.

Los datos a recopilar estarán estadísticamente demostrados mediante preguntas consecuentes y directas al personal de audio.

3.6 Técnicas e instrumentos

3.6.1 Encuesta. La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz. (J. Casas Anguita, 2003, pág. 143)

Para llevar a cabo la encuesta se desarrolló un cuestionario de encuesta donde se puede visualizar en el anexo 1.

3.6.2 Observación. Es un documento permite encausar la acción de observar ciertos fenómenos. Esta guía, por lo general, se estructura a través de columnas que favorecen la organización de los datos recogidos. El valor que tiene esa mencionada guía de observación hace que se haga uso de ella en múltiples sectores y por parte de un elevado número de personas. (Pérez Porto, 2014)

Se realizó una guía de observación para recolección de información sobre el tipo de mantenimiento que realiza la empresa y clasificar los equipos de audio y herramientas con que cuenta la empresa K´alaqaya producciones. Donde se puede visualizar en el anexo 2.

3.6.3 Análisis de contenido. Es una técnica para estudiar cualquier tipo de comunicación de una manera objetiva y sistemática, que cuantifica los mensajes o contenidos en categorías y subcategorías, y los somete a análisis estadístico. (Sampieri, 2014, pág. 251)

El análisis documental se utilizó para referentes teóricas como; marco teórico, clasificación de manuales, etc.

3.6.4 Diario de campo. Es un soporte que nos permite registrar datos, información u observaciones recabadas a lo largo de un determinado período de tiempo. El diario de campo puede ser una agenda o anotador. (MX, 2016)

Se realizó un diario de campo durante el proceso de la investigación para la recolección y obtención de datos y parámetros técnicos de funcionalidad en los equipos de audio. Y que estos nos servirán como punto de referencia, para la comparación de datos que se realizara en la aplicación del plan de mantenimiento realizado para la empresa K´alaqaya producciones. Donde se puede visualizar en el anexo 3.

3.6.5 Procedimientos. Para la descripción e identificación del tipo de mantenimiento que realiza la empresa K´alaqaya producciones, se utilizó la técnica de observación y entrevista, realizando una guía de observación que se mostrara en el anexo 1 y una encuesta de siete preguntas concretas y directas que se puede visualizar en el anexo 2.

Para la clasificación de equipos y herramientas con que cuenta la empresa K´alaqaya producciones se realizó una observación y entrevista directa al jefe de la empresa, para la obtención de información sobre todos los equipos y herramientas con que cuenta la empresa

y se realizó un inventario y codificación para poder identificar todos los equipos de audio de la empresa K´alaqaya producciones.

Para la medición de los parámetros técnicos de funcionalidad de equipos de audio de la empresa, se optó a la técnica diario de campo, donde se realizó las mediciones de parámetros thiele – small y respuesta en frecuencia con el software LIMP y SMAART v8.

También se optó por la técnica de análisis documental, donde se realizó la búsqueda de manuales, especificaciones técnicas, etc. de los equipos de audio de la empresa K´alaqaya producciones.

El software LIMP nos permitió conocer los valores de los parámetros del altavoz los cuales nos sirvió para identificar el estado actual y como referencia de los altavoces. Se realizó mediciones en pantalla infinita.

Para eso se utilizó una tarjeta de audio, la interface focusrite 2i2.

El software Smaart V8, nos ayudó para obtener la respuesta en frecuencia de los altavoces dentro de la caja, esta respuesta nos ayuda como referencia del cómo es su respuesta y comportamiento dentro de la caja acústica, ya que no tenemos un dato técnico del fabricante porque son realizados artesanalmente. (hechizos). Se realizó mediciones de campo cercano.

CAPÍTULO

IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

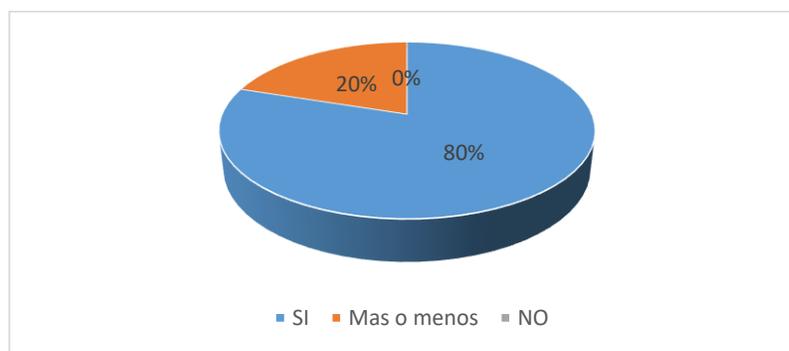
El procedimiento que se llevó a cabo para la obtención de datos fueron las encuestas realizadas a todo el personal de audio, para respaldar la realización de este proyecto.

4.1 Resultados de la encuesta

A continuación, se dará a conocer los datos estadísticos de cada encuesta realizada por el personal de audio.

1. ¿Conoce la definición de plan de mantenimiento?

Ord.	Opción de Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
1	SI	4	80%
2	Más o menos	1	20%
3	No	0	0%
	TOTAL	5	100%



Análisis e interpretación del resultado

De acuerdo a los datos obtenidos, se puede entender que el personal de audio en su mayoría 80% si tiene idea del concepto de un plan de mantenimiento, destacando que apenas el 20 % 1 de los encuestados tiene una idea básica de mantenimiento. Es un reflejo de la sociedad que muestra que la mayoría de las personas tiene una idea claro del concepto de mantenimiento.

2. ¿Tiene conocimiento sobre la realización de mantenimiento preventivo?

Ord.	Opción de Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
1	SI	0	0%
2	Más o menos	0	0 %
3	No	5	100%
	TOTAL	5	100%



Análisis e interpretación del resultado

Si bien la mayoría del personal de audio conoce el concepto de mantenimiento, no conoce esta rama, la cual es la del mantenimiento preventivo como tal.

3. ¿Cree usted necesario aplicar un tipo de mantenimiento al sistema de audio?

Ord.	Opción de Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
1	SI	5	100%
2	Más o menos	0	0 %
3	No	0	0%
	TOTAL	5	100%

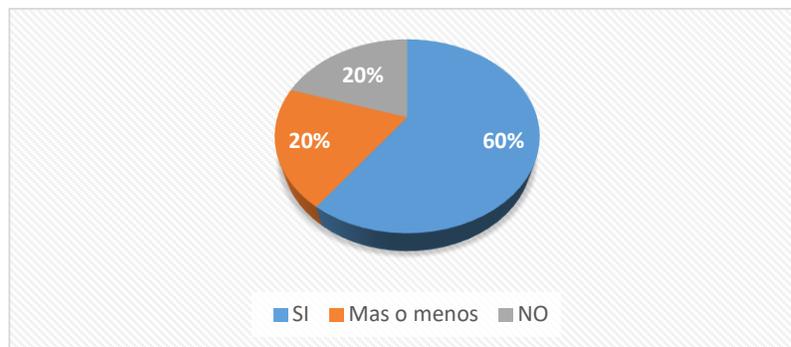


Análisis e interpretación del resultado

Se puede entender que el personal de audio si considera el plan de mantenimiento al sistema de audio para el cuidado de los equipos.

4. ¿Se pudo identificar algún cambio audible en el sistema de sonido hasta el día de hoy?

Ord.	Opción de Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
1	SI	3	60%
2	Más o menos	1	20 %
3	No	1	20%
	TOTAL	5	100%



Análisis e interpretación del resultado

Según la encuesta realizada se logra identificar que el 60% del personal de audio encuentra una diferencia de sonido audible en el transcurso del tiempo, esto debe por factores de fallas

en el sistema sonido. Sin embargo, EL 40% de los técnicos no logran identificar una diferencia audible suponiendo que puede ser por factores de pérdida auditiva.

5. ¿Considera necesaria la revisión de cada equipo de audio, cada cierto tiempo?

Ord.	Opción de Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
1	SI	5	100%
2	Más o menos	0	0 %
3	No	0	0%
	TOTAL	5	100%



Análisis e interpretación del resultado

Según a la encuesta realizada al personal de audio el 100% del personal aprueba que es adecuado que se deba tener un cuidado preciso de cada equipo de audio y evitar fallas.

6. ¿Considera necesaria la solución de fallas y desperfectos físicos en los equipos de audio?

Ord.	Opción de Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
1	SI	5	100%
2	Más o menos	0	0 %
3	No	0	0%
	TOTAL	5	100%



Análisis e interpretación del resultado

Según a la encuesta realizada al personal de audio el 100% del personal si le interesa la solución de las fallas y desperfectos físicos, porque la manipulación de los equipos la realizan los mismos.

7. ¿Considera necesario tener un diseño de plan de mantenimiento para la organización prevención y cuidado de los equipos?

Ord.	Opción de Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
1	SI	5	100%
2	Más o menos	0	0 %
3	No	0	0%
	TOTAL	5	100%



Según a la encuesta realizada al personal de audio el 100% los técnicos tendrán mayor control de fallas, organización de los equipos y facilitará su manipulación.

4.1.1 Encuesta realizada al dueño de la empresa

Nombre: Ricardo Illanes

¿Cuántas veces al mes funciona la empresa?

Marque más o menos los días que sale al mes

DÍAS DEL MES																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	

¿Cuántas horas por día funciona el sistema de sonido?

R.- Ocho horas

¿En qué frecuencia hallan desperfectos en los equipos de audio?

R.- Cada tres a cuatro salidas

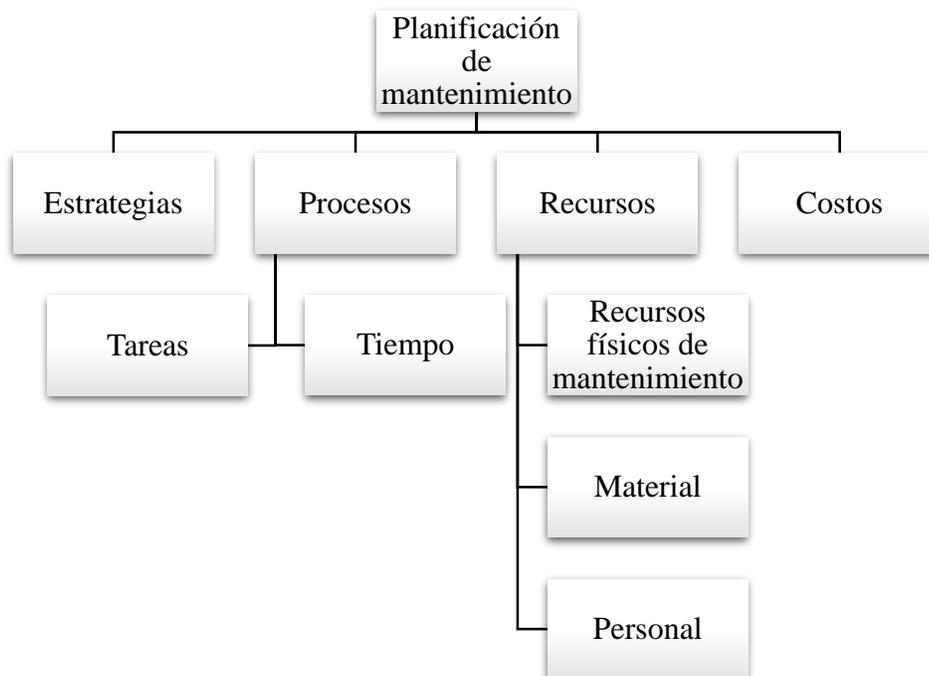
¿Cuándo encuentra la falla?

R.- En el momento de hacer la prueba de sonido

¿Cuáles son las fallas más continuas dentro del sistema de sonido?

R.- Los conectores de los cables, el raspado y despintado del sistema por el manejo y los agudos.

4.2 Planificación de mantenimiento



4.3 Tipo de mantenimiento que realiza la empresa K'alaqaya producciones a los equipos de audio (P.A.)

La empresa de sonido lleva en el rubro de la industria del espectáculo ocho años y actualmente tiene un sistema de sonido de Line Array hechos artesanalmente (hechizos).

Según al análisis realizado con las diferentes técnicas se llegó a ver que la empresa lleva realizando un plan de mantenimiento correctivo e incluso no existe mantenimiento de algunos equipos, cables, conectores de cables, etc.

La empresa de sonido K'alaqaya producciones tiene una buena demanda de trabajo, en este sentido llegó a tener desperfectos porque no existe un mantenimiento preventivo dentro de la empresa. Los problemas se dan principalmente en los altavoces. Para las reparaciones,

la empresa acude a un técnico especialista y ocasionalmente el desperfecto del altavoz tiene que ser reemplazado.

Este tipo de problemas afecta demasiado en la eficiencia de la empresa y el buen funcionamiento de los equipos de audio, por tanto, hace que disminuya la efectividad de la empresa.

4.4 Clasificación de los equipos y herramientas con que cuenta la empresa

Una vez que se ha terminado la identificación del tipo de mantenimiento realizado por la empresa a los equipos de audio, se llegó a la conclusión de que se necesita realizar mantenimiento preventivo.

Dentro de la elaboración del plan de mantenimiento preventivo, se realizó diferentes propuestas, la primera de ellas será hacer el inventario y codificar los equipos que posee la empresa de sonido K'alaqaya producciones.

4.4.1 Descripción de los equipos de la empresa K'alaqaya producciones. Antes de llegar al programa de mantenimiento preventivo fue necesario hacer un inventario de los equipos de audio de la empresa K'alaqaya producciones y realizarle así su respectiva codificación.

4.3.2 Inventario de equipos

Tabla 2.

Inventario de equipos

Nº	EQUIPO	CANTIDAD
1	Line array Aéreo 12	4
2	Line array Aéreo 12	2
3	Sub doble de 18"	2
4	Cables 15 Mts Con Conectores Gx16	4
5	Cables 15 Mts Con Conectores Speakon	2

6	Altavoces RCF 10"	8
7	Altavoces RCF 2"	4
8	B&C 10"	4
9	B&C ND250-8	2
10	Altavoces B&C 18"	4
11	Amplificador XTi 4000	1
12	Amplificador beheringer NX 6000	1
13	American AM TD 10000Q	1
14	Procesador dbx 260	1
15	Mixer soundcraft ui24	1
16	Mics Inalámbricos	2
17	Set de micrófonos para batería AKG	1
18	Cables XLR	10
19	Cables TS	10

Tabla 3.

Inventario de herramientas de trabajo

Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	Multímetro	1
2	Destornillador	5
3	Destornillador eléctrico	1
4	Alicates de corte	4

4.4.2 Codificación de los equipos. La codificación a los equipos de la empresa K´ALAQAYA producciones es necesaria para que se pueda identificar cada equipo que lo conforma, ya que poseen un código único.

Al momento de realizar la codificación de un equipo se tienen dos posibilidades a considerar, que son las siguientes:

Sistemas de codificación no significativas o codificación alfanumérica: son los que asignan un número o un código correlativo a cada equipo, pero este código no aporta con mayor información adicional, si no únicamente este código nos hace ubicar el equipo.

Sistemas de codificación significativas inteligentes o codificación numérica: este tipo de codificación es opuesto al anterior, ya que este tipo de decodificación aporta con información significativa del equipo, como puede ser el área de trabajo, entre otros.

La ventaja del empleo de un sistema de codificación no significativa es la simplicidad del código, ya que este puede contener cuatro dígitos con los que se puede identificar todos los equipos de la empresa. La desventaja de este tipo de codificación es que en empresas de mayores recursos no se puede ubicar la maquina en la cadena a partir del código. Este tipo de codificación es útil en empresas pequeñas donde no hay un gran número de equipos y se puede reconocer los equipos debidamente codificados.

La codificación de los equipos de la empresa K´alaqaya producciones se realizó tomando en cuenta la siguiente nomenclatura:

S: Sistema de P.A

AA: Altavoces Line Array

AS: Altavoces Sub Graves

CS: Cables para el sistema de P.A.

Tabla 4.

Codificación de equipos

CODIFICACIÓN DE EQUIPOS DE AUDIO		
Nº	Código Alfa numérico	EQUIPO
1	S001	Line Array
2	S002	Line Array
3	S003	Line Array
4	S004	Line Array
5	S005	Line Array
6	S006	Line Array
7	S007	Sub Graves
8	S008	Sub Graves
9	AA001	Altavoz RCF L10/750YK
10	AA002	Altavoz RCF L10/750YK
11	AA003	Altavoz RCF L10/750YK
12	AA004	Altavoz RCF L10/750YK
13	AA005	Altavoz RCF L10/750YK
14	AA006	Altavoz RCF L10/750YK
15	AA007	Altavoz RCF L10/750YK
16	AA008	Altavoz RCF L10/750YK
17	AA009	Altavoz RCF850
18	AA010	Altavoz RCF850
19	AA011	Altavoz RCF850
20	AA012	Altavoz RCF850
20	AA013	Altavoz B&C 10CXN76
21	AA014	Altavoz B&C 10CXN76
22	AA015	Altavoz B&C 10CXN76
23	AA016	Altavoz B&C 10CXN76
24	AA017	Altavoz B&C ND250-8
25	AA018	Altavoz B&C ND250-8
26	AS001	Altavoz Eighteen Sound 18''

27	AS002	Altavoz Eighteen Sound 18"
28	AS003	Altavoz Eighteen Sound 18"
29	AS004	Altavoz Eighteen Sound 18"
30	CS001	Cable para P.A 15m conector GX16
31	CS002	Cable para P.A 15m conector GX16
32	CS003	Cable para P.A 15m conector GX16
33	CS004	Cable para P.A 15m conector GX16
34	CS005	Cable para P.A 15m conector GX16
35	CS006	Cable para P.A 15m conector GX16
36	CS007	Cable para P.A 15m conector Speakon
37	CS008	Cable para P.A 15m conector Speakon
38	CS009	Cable para P.A 15m conector Speakon
39	CS010	Cable para P.A 15m conector Speakon

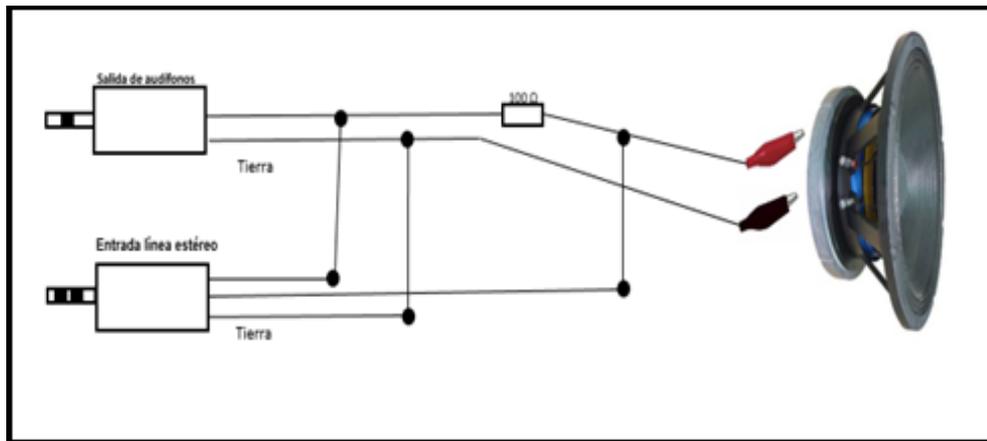
4.5 Mediciones de los parámetros técnicos de funcionalidad a los equipos de audio de la empresa (Sistema de P.A)

Actualmente la empresa de sonido no cuenta con sistema original, son construidos artesanalmente. Al no manejar un sistema original, no podemos tener validaciones con los manuales, pero si tenemos el componente original con el cual se realizó validaciones Thiele-Small, y mediciones de respuesta en frecuencia.

4.5.1 Mediciones de parámetros thiele – small. Se realizó el armado del cable que se necesitó para la medición.

El canal que esta antes de la resistencia se denomina **canal de referencia** y es un dato que solicita LIMP.

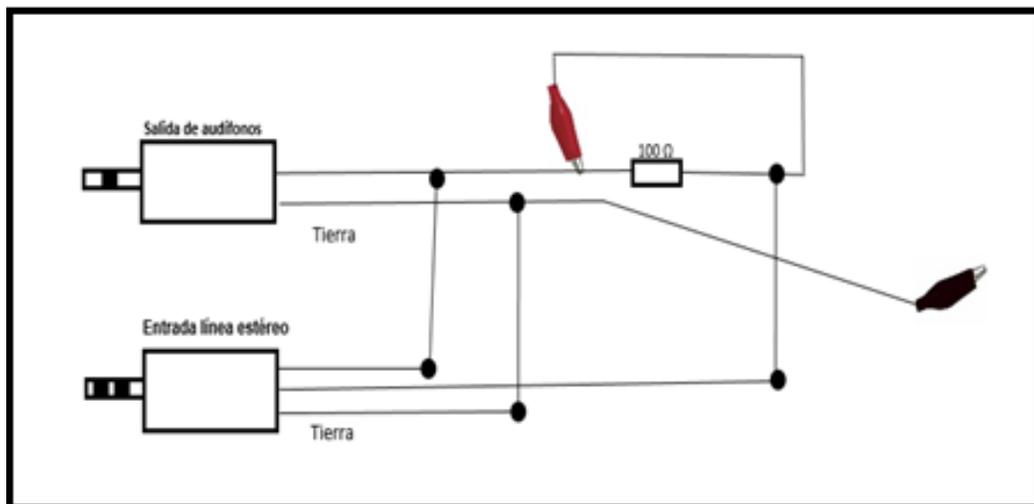
Ilustración 4. Diagrama de conexión para la medición de los parámetros



Fuente: obtenida por autor del proyecto

Una vez que se construyó el cable se pasó a conectar para calibrar el sistema. Para esto se tomó en cuenta que el mini TS fue nuestro canal de referencia, para la calibración se colocó el caimán rojo antes de la resistencia.

Ilustración 5. Diagrama de conexión para la calibración del programa



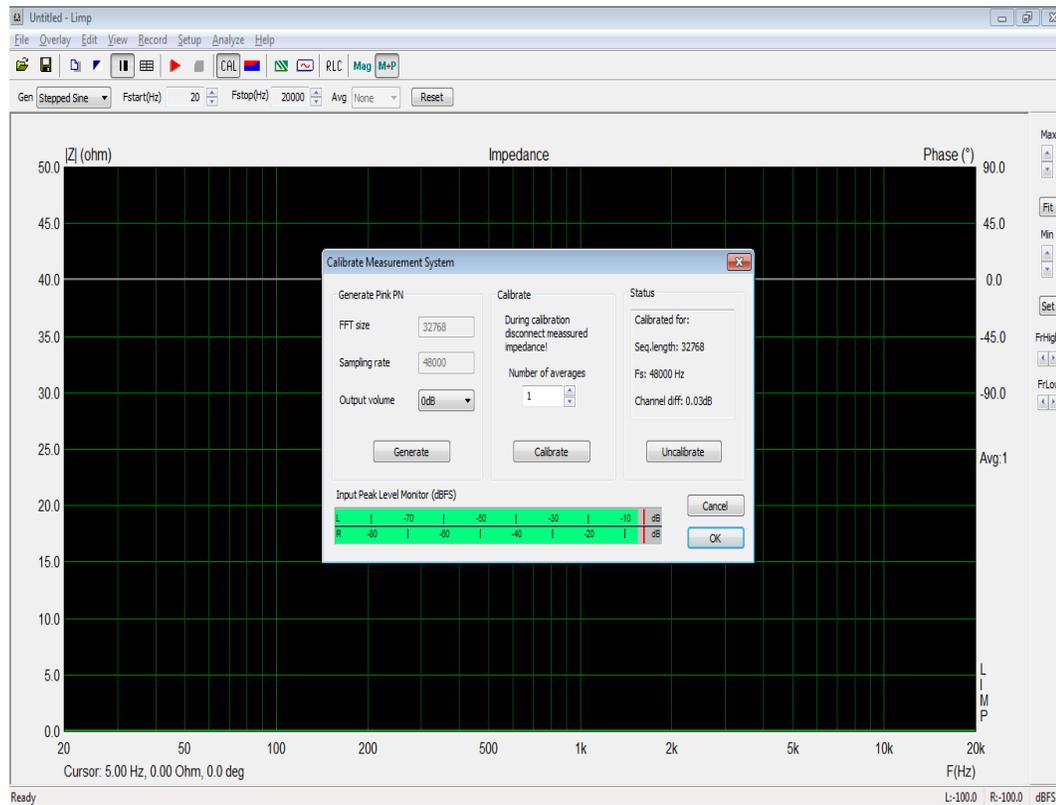
Fuente: obtenida por autor del proyecto

Se pasó a conectar el mini TS a la salida de audífonos y el mini TRS a la entrada de micrófono.

Para la calibración se abrió el software Limp en su versión demo que es suficiente para la medición de los parámetros T-S.

Se ingresó a Records, Calíbrate y calibramos el sistema, lo recomendable es que no exceda los 0.02dB entre la señal de entrada y la de referencia. En nuestro caso nos salió con una diferencia de 0.03dB.

Ilustración 6. Ventana de calibración

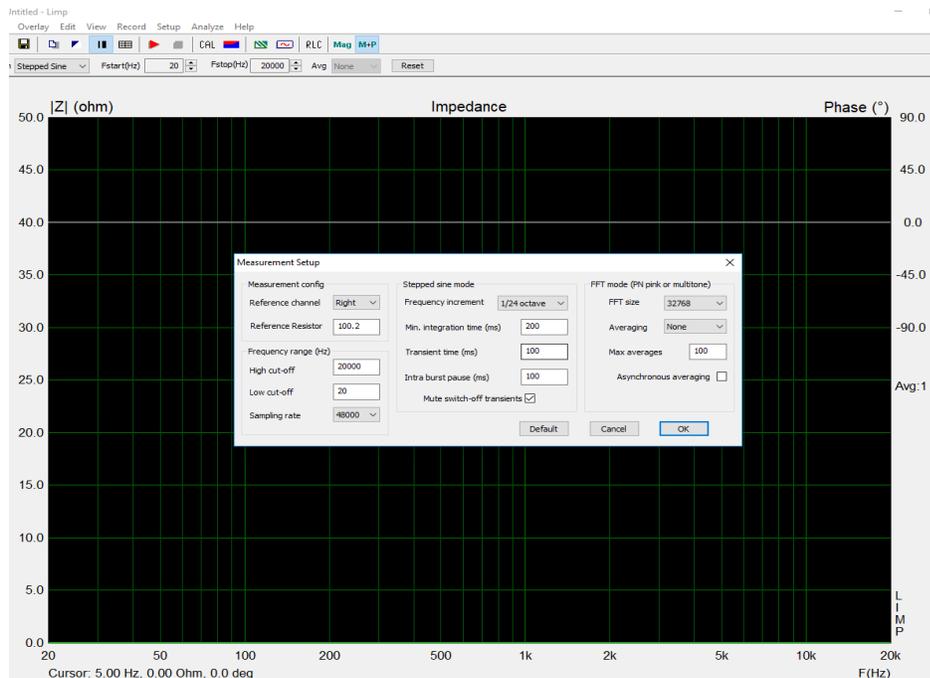


Fuente: obtenida por autor del proyecto

Una vez calibrado el software se realizó la configuración donde se insertó los siguientes parámetros; canal de referencia y el valor exacto de nuestra resistencia, entendiendo que nuestro canal de referencia es el derecho y nuestra resistencia tiene el valor de 100.2 ohm. Este resultado se obtuvo restando el margen de error de nuestro multímetro que es 00.1 Ohm.

Donde todos los demás parámetros se mantuvieron por defecto.

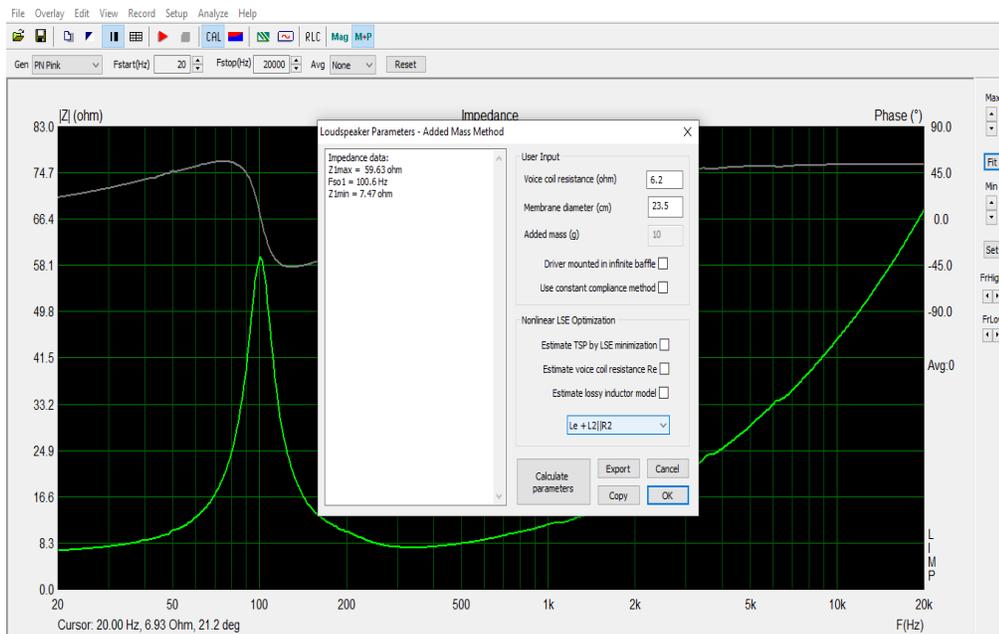
Ilustración 7. Ventana de configuración



Fuente: obtenida por autor del proyecto

Una vez completado la configuración se realizó la primera medición donde se utilizó un altavoz en buen y óptimo estado. Para la obtención de datos; F_{so} , Z_{1max} y Z_{1min} .

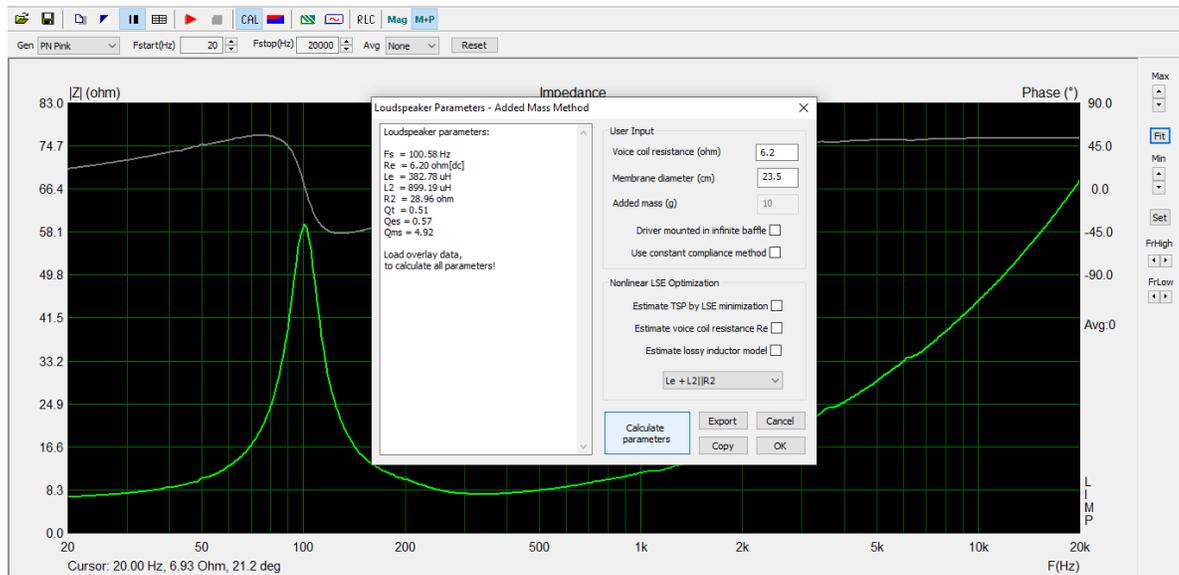
Ilustración 8. Ventana de gráfica de primera medición



Fuente: obtenida por autor del proyecto

Posteriormente para obtener datos de; F_s , R_e , L_e , L_2 , R_2 , Q_{tm} , Q_{es} y Q_{ms} , se tuvo que colocar parámetros de diámetro del altavoz y la resistencia del altavoz que se pudo medir con una cinta métrica y para la resistencia se optó por un multímetro donde se puede observar en el anexo 5.

Ilustración 9. Ventana de primeros datos obtenidos

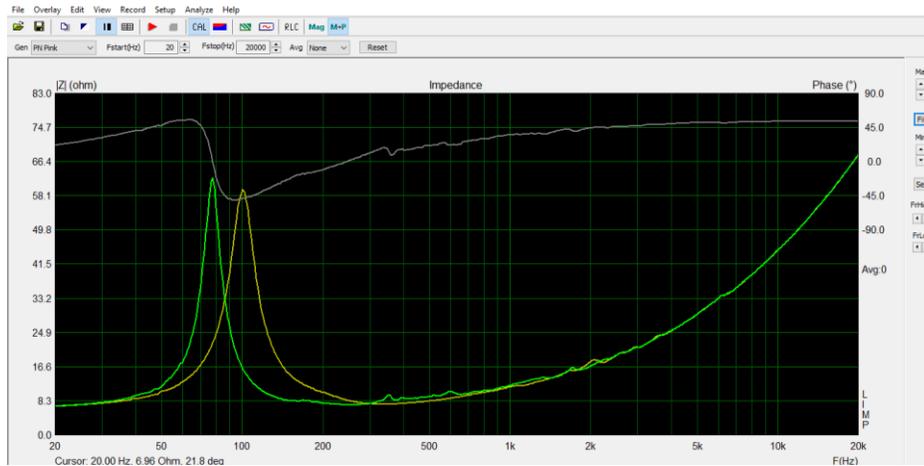


Fuente: obtenida por autor del proyecto

Para la segunda medición se insertó una masa conocida en medio del cono del altavoz que estuvo casi centrada. Para este caso se utilizó 3 de monedas de 2 bs que cada una equivale 6.5 gramos y dos monedas de 5 bs que equivale cada un 5 gramo con un total de 29,5 gramos.

Nuestra primera medición paso a ser la medición de referencia y se representa con el color amarillo y la segunda medición con el color verde.

Ilustración 10. Ventana de gráfica agregando masa

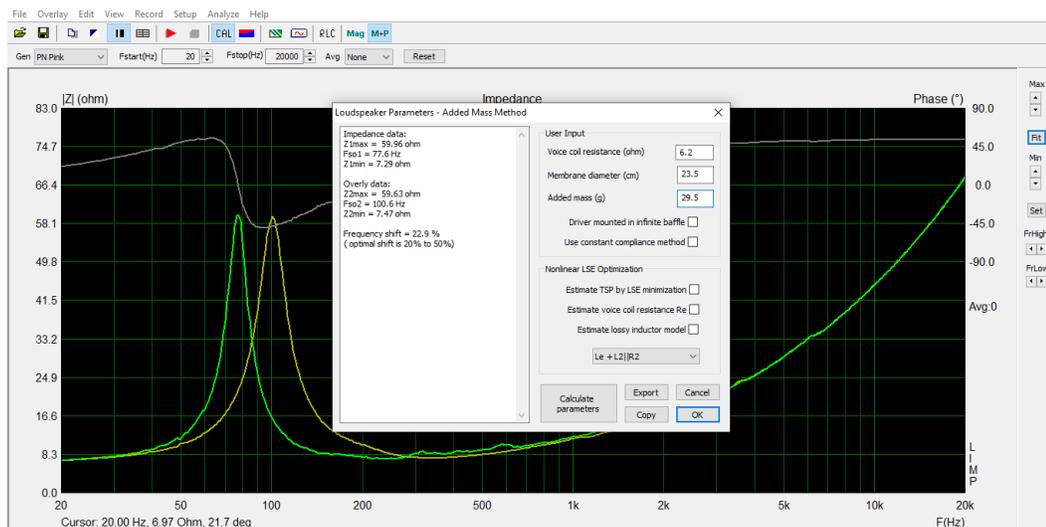


Se pudo observar que la segunda medición presenta una resonancia debajo de la primera.

Para hallar los siguientes parámetros; F_{so} 1, Z_{1max} , Z_{1min} y Overlay data: F_{so} 2, Z_{2max} , Z_{2min} y Frecuencia Shift.

Se tomó en cuenta que el cambio de frecuencia de resonancia debe estar en el rango de 20% a 50%, en nuestro caso la frecuencia de resonancia cambio en un 22.9 % que es un rango aceptable y estuvo dentro del rango (Frequency Shift). Esto se consiguió con el peso de la masa que le pusimos en el altavoz.

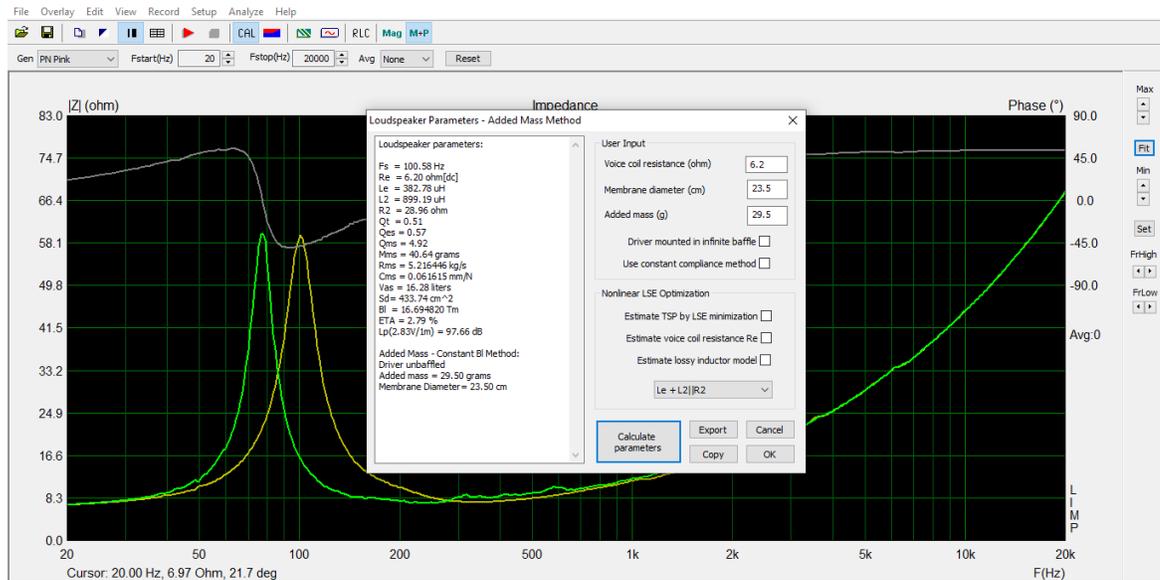
Ilustración 11. Ventana de primeros datos con masa



Fuente: obtenida por autor del proyecto

Posteriormente para obtener datos de; F_s , R_e , L_e , L_2 , R_2 , Q_t , Q_{es} , Q_{ms} , M_{ms} , R_{ms} , C_{ms} , V_{as} , S_d , B_l , η_{TA} y $L_p(2.83/1m)$, se tuvo que poner parámetros de diámetro del altavoz, a resistencia del altavoz y el valor de la masa conocida.

Ilustración 12. Ventana de datos obtenidos agregando datos conocidos de resistencia, diámetro y masa



Fuente: obtenida por autor del proyecto

Una vez realizada la medición se obtuvo los datos para colocarlas como referencias en la hoja de datos técnicos de cada altavoz que tiene la empresa de sonido.

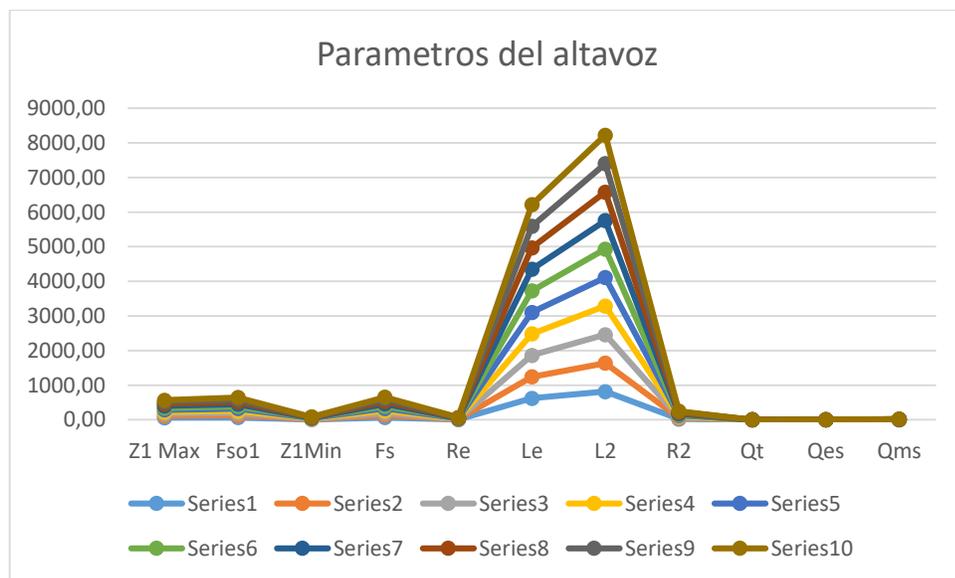
Se realizó diez mediciones de un altavoz en buen estado para la verificación exacta de datos que tiene el altavoz y tener una referencia óptima.

Donde se realizó una tabulación de los datos obtenidos usando la herramienta computacional Microsoft Excel.

Tabla 5.

Parámetros de altavoz de referencia

Parámetros	MEDICIONES										Res.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Z1 Max (Ω)	58,06	56,67	56,42	56,29	56,67	58,27	56,25	56,10	55,98	56,15	3%
Fso1 (Hz)	63,40	63,40	64,30	64,30	65,30	65,30	65,30	64,30	65,30	65,30	-3%
Z1Min (Hz)	8,18	8,19	8,20	8,20	8,19	8,19	8,20	8,19	8,18	8,19	0%
Fs (Hz)	64,42	65,17	65,37	65,65	65,75	65,68	65,78	65,78	65,75	65,85	-2%
Re (Ω dc)	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90	0%
Le	619,61	622,97	619,75	619,67	623,03	619,80	623,26	622,74	620,12	622,82	-1%
L2	816,19	820,36	824,38	824,58	823,71	823,03	823,23	823,16	822,80	823,03	-1%
R2	25,07	24,87	25,19	25,19	24,18	25,16	24,90	24,95	25,14	24,94	1%
Qt	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0%
Qes	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0%
Qms	2,09	2,02	1,98	2,01	2,02	2,01	2,03	2,02	2,02	2,03	3%



A continuación, se mostrará una tabla de todos los parámetros obtenidos en la medición de todos los altavoces con que cuenta la empresa K´alaqaya producciones que nos servirá como referencia del estado actual del altavoz y poner como datos técnicos en la hoja de datos que se realizó.

El dato obtenido de todos los altavoces se mostrará mediante una tabla para poder tenerlo como referencia.

Tabla 6.

Parámetros actuales de los altavoces

Parámetros Thiele Small											
Primera Medición											
CÓDIGO	Impedance Data			Parámetros de los altavoces							
	Z1max (Ω)	Fso1 (Hz)	Z1min (Hz)	Fs (Hz)	Re (Ω dc)	Le (uH)	L2 (uH)	R2 (Ω)	Qt	Qes	Qms
AA001	59.63	100.6	7.47	100.58	6.20	382.78	8.99.19	58.96	0.51	0.57	7.92
AA002	68.46	100.6	7.48	100.57	6.20	383.91	921.16	29.50	0.49	0.54	5.39
AA003	57.72	97.7	7.28	97.72	6.20	365.07	969.56	27.55	0.47	0.53	4.41
AA004	64.00	90.9	7.71	90.92	6.20	408.39	988.22	30.81	0.46	0.51	4.75
AA005	82.87	89.6	7.78	89.45	6.50	378.16	839.74	27.61	0.39	0.42	4.92
AA006	59.05	100.6	7.46	100.5	6.20	385.62	923.95	23.13	0.46	0.51	4.36
AA007	82.75	84.6	7.42	84.59	6.30	382.45	828.36	27.81	0.39	0.42	5.14
AA008	68.32	96.3	7.37	96.32	6.20	382.78	895.87	28.98	0.43	0.48	4.95
AA013	59.63	100.6	7.47	100.58	6.20	375.78	899.19	58.96	0.51	0.57	4.92
AA014	97.66	100.6	7.47	100.58	6.20	382.78	899.19	58.96	0.51	0.57	4.92
AA015	97.66	100.6	7.47	100.58	6.20	382.78	899.19	58.96	0.51	0.57	4.92

AA016	97.66	100.6	7.47	100.58	6.20	382.78	899.19	58.96	0.51	0.57	4.92
-------	-------	-------	------	--------	------	--------	--------	-------	------	------	------

Parámetros Thiele Small												
Con masa de 29,5 Gramos												
Impedance Data					Parámetros de los altavoces							
Código	Z1max (Ω)	Fso1 (Hz)	Z1min (Hz)	Frequency shift optimal shift is 20% to 50%	Re (Ω dc)	Le (uH)	L2 (Uh)	R2 (Ω)	Qt	Qes	Qms	Lp(2,83V/1m) (dB)
AA001	59.63	100.6	7.47	22.9 %	6.20	382.78	899.19	58.96	0.51	0.57	7.92	97.66
AA002	68.46	100.6	7.48	24.0 %	6.20	383.91	921.16	29.50	0.49	0.54	5.39	98.18
AA003	57.72	97.7	7.28	22.9 %	6.20	365.07	969.56	27.55	0.47	0.53	4.41	98.79
AA004	64.00	90.9	7.71	22.9 %	6.20	408.39	988.22	30.81	0.46	0.51	4.75	97.86
AA005	82.87	89.6	7.78	22.9 %	6.50	378.16	839.74	27.61	0.39	0.42	4.92	98.23
AA006	59.05	100.6	7.46	22.9 %	6.20	385.62	923.95	23.13	0.46	0.51	4.36	98.23
AA007	82.75	84.6	7.42	22.9 %	6.30	382.45	828.36	27.81	0.39	0.42	5.14	97.48
AA008	68.32	96.3	7.37	22.9 %	6.20	382.78	895.87	28.98	0.43	0.48	4.95	98.07
AA013	59.63	100.6	7.47	22.9 %	6.20	375.78	899.19	58.96	0.51	0.57	4.92	97.66
AA014	97.66	100.6	7.47	22.9 %	6.20	382.78	899.19	58.96	0.51	0.57	4.92	97.66
AA015	97.66	100.6	7.47	22.9 %	6.20	382.78	899.19	58.96	0.51	0.57	4.92	97.66
AA016	97.66	100.6	7.47	22.9 %	6.20	382.78	899.19	58.96	0.51	0.57	4.92	97.66

Para los agudos se optó por buscar datos técnicos dados por el fabricante donde se obtuvo los parámetros más importantes para la realización de la hoja de datos técnicos, ese parámetro ayudara como una referencia de qué tipo de altavoz lleva dentro sistema.

4.5.2 Mediciones de respuesta en frecuencia con el software smart v8. A continuación, se dará los pasos a seguir y los materiales que necesitaremos para el uso del software y poder obtener los datos correctos para realizar las siguientes mediciones.

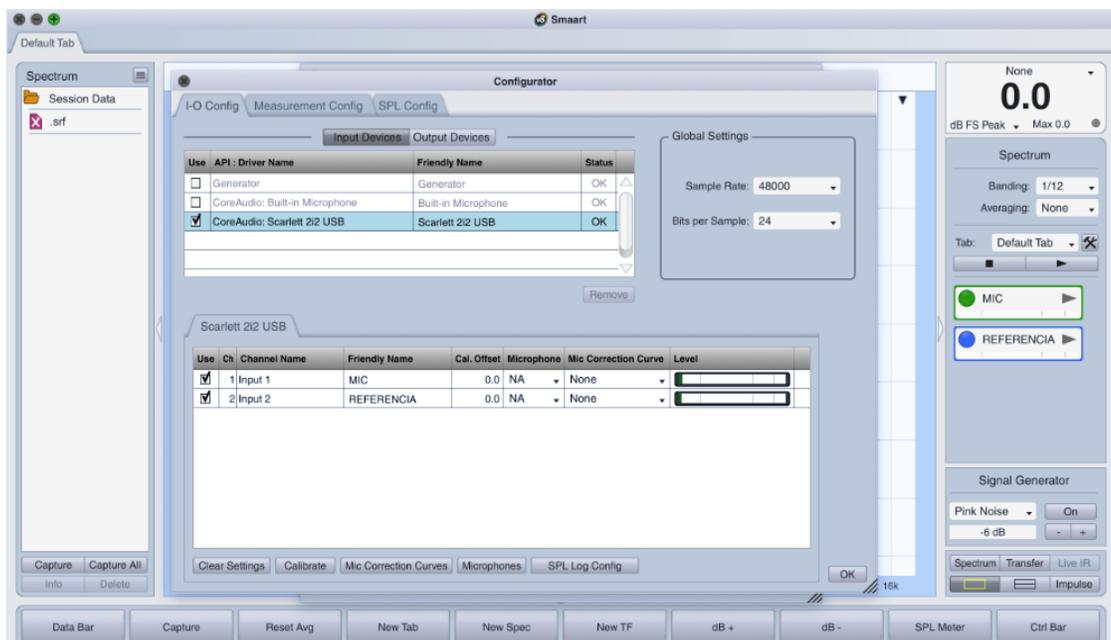
Materiales

- El Software instalado en la PC

- Micrófono de medición
- Interface de audio de 2 entradas
- Consola de audio
- 1 Cable XLR
- 2 Cables TRS
- Pedestal de micrófono
- Cinta métrica

Para la configuración del software se abrió el programa y se ingresó a Create a new Configuration, donde en la siguiente ventana nos pidió la interface audio que se utilizó. En este caso se utilizó la Scarlett 2i2 USB, para poder saber cómo se hizo la conexión se puso nombre a las entradas, en este caso la entrada 1 como Mic y en la entrada 2, referencia.

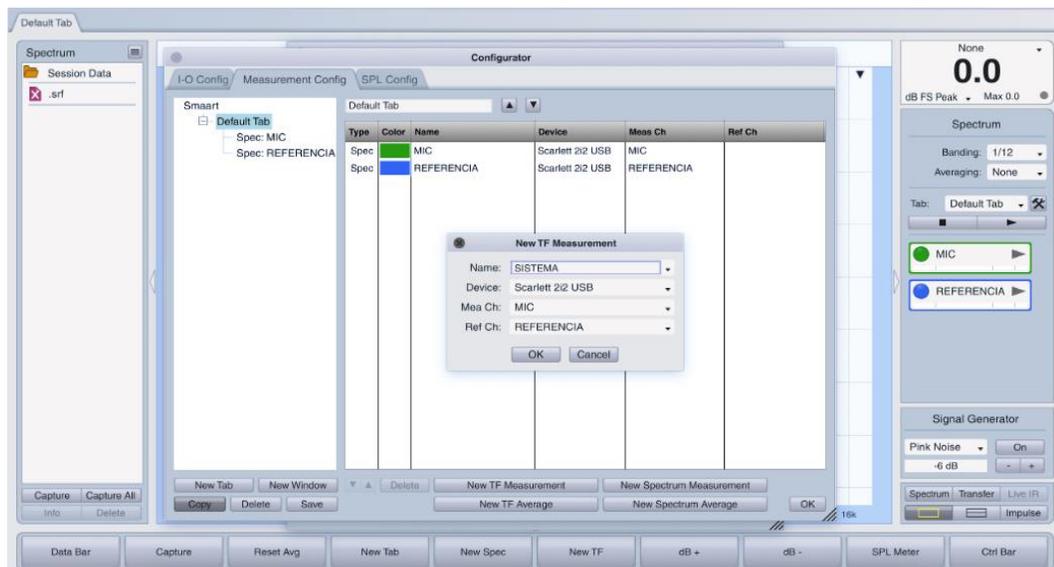
Ilustración 13. Ventana de configuración del programa



Fuente: obtenida por autor del proyecto

Posteriormente se fue a la siguiente ventana, que dice Measurement Config luego a New TF Measurement, se puso un nombre a nuestra medición.

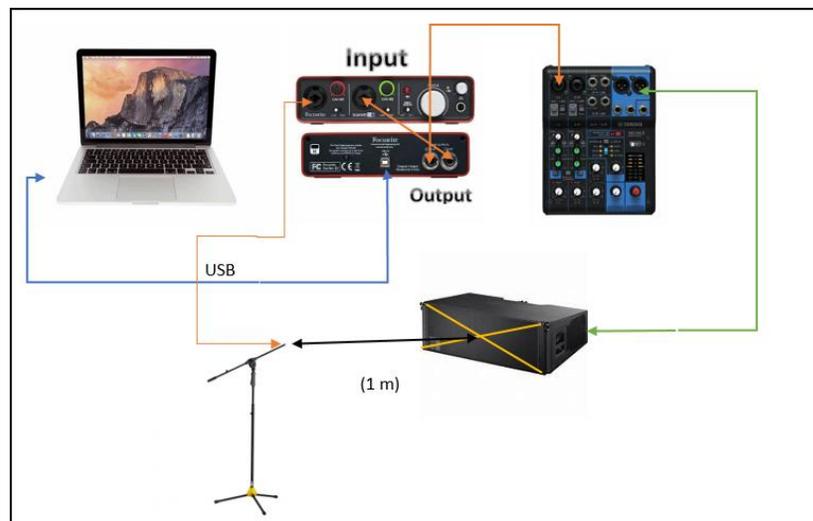
Ilustración 14. Ventana de configuración para la medición



Fuente: obtenida por autor del proyecto

Para la conexión de nuestra medición a continuación, se mostrará la conexión y la distancia que hubo entre el Micrófono y el Altavoz.

Ilustración 15. Diagrama de conexión física para la medición



Fuente: obtenida por autor del proyecto

Una vez que se realizó la conexión, se tuvo que igualar los niveles de entrada en la primera ventana RTA, donde se activó el generador de señal (ruido rosa) posteriormente.

Donde nos mostró los niveles de entrada y con la ganancia de las entradas llegamos a un nivel de más o menos 48 dB.

Ilustración 16. Ventana de nivelación de señal de entrada



Fuente: obtenida por autor del proyecto

Una vez obtenidos los niveles de entrada regulados, se realizó la captura de respuesta en frecuencia actual del altavoz.

Ilustración 17. Ventana de la respuesta en frecuencia, fase y magnitud



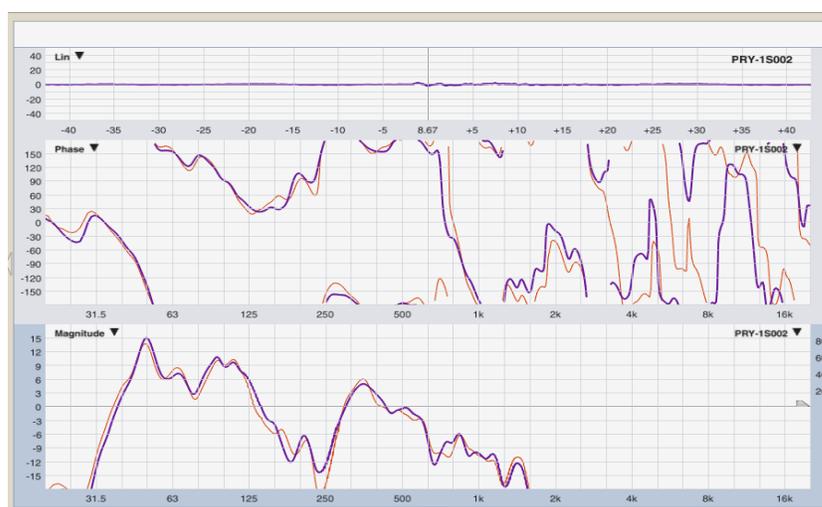
Fuente: obtenida por autor del proyecto

Una vez que se obtuvo los parámetros de cada altavoz y capturas de respuesta en frecuencia del sistema de sonido de la empresa, se realizó una hoja de datos técnicos para los altavoces y cada sistema de array y sub graves. Y posteriormente se puso como referencia

todos los datos obtenidos para el plan de mantenimiento. Una vez realizada las mediciones de respuesta en frecuencia del sistema line array y sub graves se llevó cada captura de imagen en la hoja de datos técnicos como referencia para el plan de mantenimiento preventivo.

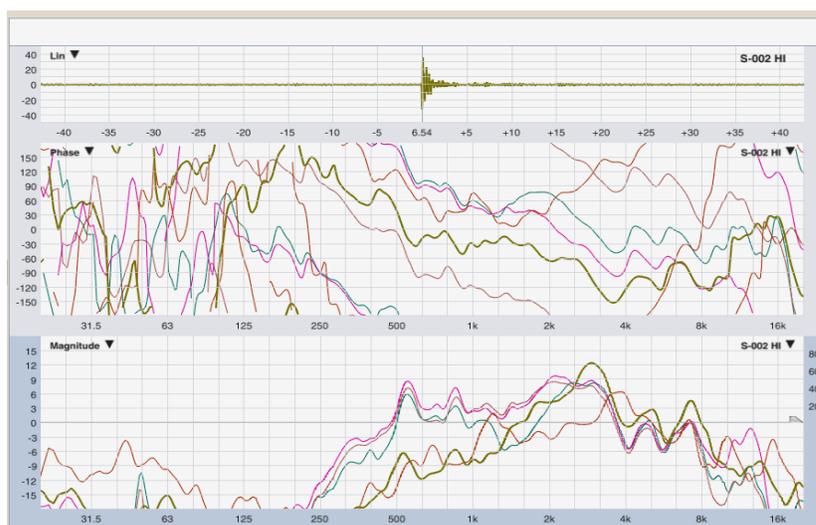
Donde a continuación se puede observar la diferencia en cada sistema tanto de los array y sub graves, resaltando la diferencia que hay entre ellos y que no son exactas viéndolas todas en una sola imagen.

Ilustración 18. Respuesta en frecuencia de los sub graves



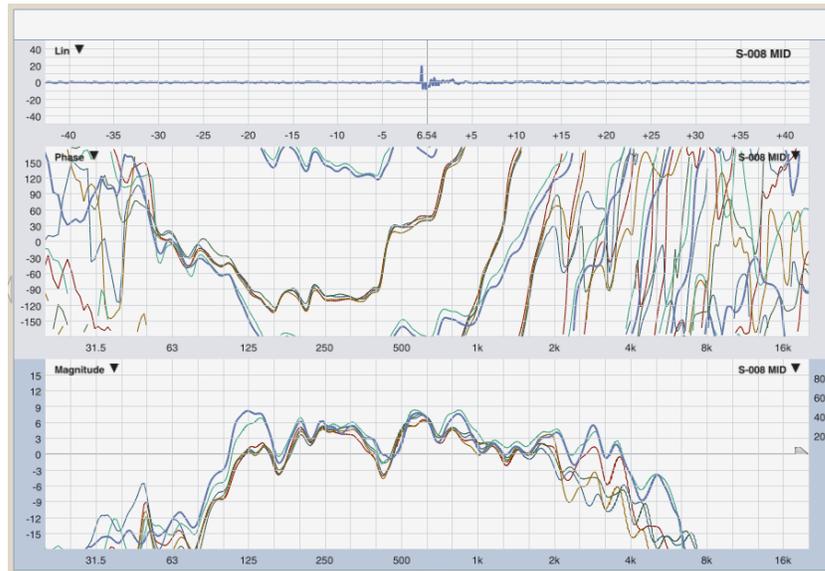
Fuente obtenida por el autor del proyecto

Ilustración 19. Respuesta en frecuencia del sistema line array agudos



Fuente obtenida por el autor del proyecto

Ilustración 20. Respuesta en frecuencia del sistema line array medios



Fuente obtenida por el autor del proyecto

Para poder definir las bien cada una de las capturas, se colocó cada imagen de respuesta en frecuencia en la hoja de datos. Para tener una referencia exacta a simple vista.

4.6 Planificación de mantenimiento preventivo

Para realizar este proyecto de mantenimiento preventivo se necesita principalmente un orden y preparación básica de conocimiento general de sonido. También tener preparadas las herramientas básicas y necesarias de trabajo y el manejo de softwares diseñados para mediciones y un previo conocimiento de altavoces.

4.6.1 Fichas técnicas. Para poder llevar a cabo la selección de un tipo de mantenimiento que se adapte a cada equipo en primer lugar, lo que se debe realizar es una lista de equipos que componen la empresa, como se sabe, dicha lista ya se realizó anteriormente y puede ser tan detallada como se desee.

Con la lista ya elaborada, el paso siguiente es la realización de una ficha para cada uno de los equipos que componen la lista previamente elaborada.

Esta ficha debe contener los datos más sobresalientes de cada uno de los equipos que conforman la empresa. En el momento de elaborar estas fichas se debe comenzar por los equipos más significativos y luego continuar con la totalidad de los equipos.

En la ficha del equipo se debe anotar los siguientes datos:

- Nombre del equipo
- Código del equipo
- Datos generales
- Características principales (especificaciones)
- Fotografía del equipo
- Si tiene o no un manual del fabricante

A continuación, en la tabla 7 y 8 se observa el modelo de la ficha técnica para los equipos de audio de la empresa.

Tabla 7.

Hoja de datos técnicos del sistema P.A

PROCESO DE EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO					
DATOS TÉCNICOS DE LOS ALTAVOCES DE LA EMPRESA K'ALAQAYA PRODUCCIONES					
NOMBRE DE EQUIPO _____					
IMAGEN	INFORMACIÓN GENERAL				
	MARCA	<input style="width: 100%;" type="text"/>			
	AÑO DE FABRICACIÓN	<input style="width: 100%;" type="text"/>			
	FABRICANTE	<input style="width: 100%;" type="text"/>			
	CÓDIGO	<input style="width: 100%;" type="text"/>			
	MODELO	<input style="width: 100%;" type="text"/>			
	MANUAL	<input style="width: 100%;" type="text"/>			
CARACTERÍSTICAS DE LOS ALTAVOCES INTERNOS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	MARCA	PULGADAS	IMPEDANCIA
1					
2					
3					
IMAGEN RESPUESTA EN FRECUENCIA CON LA CAJA					
MID			HIGH		

Tabla 8.

Hoja de datos técnicos del altavoz

PROCESO DE EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO							
DATOS TÉCNICOS DE LOS ALTAVOCES DE LA EMPRESA K'ALAQAYA PRODUCCIONES							
NOMBRE DE EQUIPO _____							
IMAGEN				INFORMACIÓN GENERAL			
				MARCA	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
				AÑO DE FABRICACIÓN	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
				FABRICANTE	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
				CÓDIGO	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
				MODELO	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
				MANUAL	<input style="width: 100%;" type="text"/>		
ESPECIFICACIONES GENERALES							
DIAMETRO	IMPEDANCIA NOMINAL	REPUESTA EN FRECUENCIA	PROGRAM POWER	SENSIBILIDAD (SPL)	PESO NETO		
PARAMETROS THIELE SMALL							
Primera Medición				Con masa de 29,5 Gramos			
Impedance data		Parámetro del altavoz		Impedance data		Parámetro del altavoz	
Z1max		Fs		Z1max		Re	
Fso1		Re		Fso1		Le	
Z1min		Le		Z1min		L2	
		L2				R2	
		R2				Qt	
		Qt		Frequency shift optimal shift is 20% to 50%		Qes	
		Qes				Qms	
		Qms				Lp(2,83V/1m)	

Una vez que se ha realizado las fichas de los equipos de audio, donde se tiene información importante de cada una, el siguiente paso es la elaboración del modelo para las hojas de historial de los equipos.

4.6.2 Hojas de control de fallos. Mediante la elaboración de las hojas de control de fallos lo que se pretende lograr es recopilar información de utilidad para generar un historial de daños del equipo, a fin de poder planificar el mantenimiento preventivo de acuerdo a las necesidades del equipo que posee la empresa.

En las hojas de historial la información que se pondrá es la fecha de la realización de la revisión del equipo, que tipo de mantenimiento se realizó, duración de la revisión o reparación del equipo, nombre del encargado de la revisión, resultado de la reparación, las observaciones que tiene el equipo y la firma del responsable de la realización de la revisión del equipo.

Se presenta la propuesta del modelo de la hoja de historial de fallas para la empresa en la tabla 9.

4.6.3 Inventario de repuestos. Un inventario de repuestos es una lista detallada, ordenada y actualizada de los componentes disponibles para mantener la continuidad operativa de los activos productivos en una organización.

Para ello se realizó una tabla en Excel, que se entregó a la empresa ya automatizada, donde tuvo una codificación de los componentes, la descripción del componente, la entrada, salida, stock, precio y el importe al inventario que se necesita para un plan de mantenimiento preventivo.

La codificación de los componentes de repuesto de la empresa K´alaqaya producciones se realizó tomando en cuenta la siguiente nomenclatura:

Com: Componente.

Donde a continuación se muestra la tabla.

Tabla 10.

Inventario de Repuestos

Inventario de repuestos						
Código	Descripción	Entradas	Salidas	Stock	Precio	Importe Inventario
Com_001	Conector GX 16	5	4	1	\$50,00	\$50,00
Com_002	Conector Speakon	5	0	5	\$15,00	\$75,00
Com_003	Altavoz RCF L10/750YK	2	0	2	\$700,00	\$1.400,00
Com_004	Altavoz RCF850	2	0	2	\$150,00	\$300,00
Com_005	Altavoz B&C 10CXN76	2	0	2	\$700,00	\$1.400,00
Com_006	Altavoz B&C ND250-8	2	0	2	\$180,00	\$360,00
Com_007	Altavoz Eighteen Sound 18"	1	0	1	\$2.000,00	\$2.000,00
Com_008	Cable para P.A rolo	1	0	1	\$500,00	\$500,00

Donde también se registrará las entradas y salidas de cada componente según a la fecha que se realice dicha acción, esto ayudará a tener un control eficiente de todos los componentes de repuesto.

A continuación, se mostrará las tablas de entrada y salidas, donde se detalla la fecha de entrada y salida de componente, el código de componente, descripción del componente y cantidad.

Tabla 11.

Entrada del componente de repuesto

Entrada del componente			
Fecha	Código de Componente	Descripción	Cantidad
	Com_001	Conector GX 16	4
	Com_002	Conector Speakon	5
	Com_003	Altavoz RCF L10/750YK	2
	Com_004	Altavoz RCF850	2
	Com_005	Altavoz B&C 10CXN76	2
	Com_006	Altavoz B&C ND250-8	2
	Com_007	Altavoz Eighteen Sound 18"	1
	Com_008	Cable para P.A rollo	1

Tabla 12.

Salida del componente de repuesto

Salida del Componente			
Fecha	Código de Componente	Descripción	Cantidad
16/11/2020	Com_001	Conector GX 16	0
17/11/2020	Com_002	Conector Speakon	0
18/11/2020	Com_003	Altavoz RCF L10/750YK	0
19/11/2020	Com_004	Altavoz RCF850	0
20/11/2020	Com_005	Altavoz B&C 10CXN76	0
21/11/2020	Com_006	Altavoz B&C ND250-8	0

4.6.4 Índice de fallas. Una falla es un evento que cambia el estado de un producto de operacional a no operacional. En este sentido la Tasa de Falla (TF) puede ser expresada tanto como un porcentaje de fallas sobre el total de productos examinados o en servicio (en términos relativos).

Para poder realizar el plan de mantenimiento preventivo se acudió hacer un índice de fallas, que se realizó en las mediciones de los equipos de audio, mediante una formula;

$$TF \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Numero de unidades probadas}} \times 100$$

Donde se realizó la medición de los altavoces del sistema line array (medios) que total eran 6 y no se encontró ni una falla, entonces;

$$TF \frac{0}{6} \times 100 = 0\%$$

Se halló el 0% de fallas en los medios del sistema line array.

En la medición de los agudos del sistema line array que en total eran seis, se encontró un número de fallas de tres, entonces;

$$TF \frac{3}{6} \times 100 = 50\%$$

Se halló un 50% de los agudos del sistema line array en mal estado.

En la medición de los sub graves que en total son 2, no se halló un número de fallas, entonces;

$$TF \frac{0}{2} \times 100 = 0\%$$

Se halló un 0% de fallas en los sub graves.

4.6.5 Plan de mantenimiento preventivo. Con el seguimiento que se llevó durante este periodo de la realización del proyecto y la entrevista realizada al dueño, encargado del sonido y según el índice fallas se llegó a determinar que la empresa K´alaqaya producciones, lleve a cabo este plan de mantenimiento preventivo que se presentará de la siguiente manera:

Tabla 13.

Plan de mantenimiento al sistema de Line Array

PLAN DE MANTENIMIENTO				
EQUIPO	SEMANTAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
NOMBRE DEL EQUIPO	Sistema Line Array			
Limpiar el área de trabajo	X			
Revisar los conectores de señal	X			
Revisar el funcionamiento de los altavoz	X	X		
Sacar respuesta en frecuencia de los altavoces		X		
Sacar parámetros Thiele Small			X	
Revisar el cono del altavoz				X
Revisar el atornillado de los altavoces		X		
Ajustar las rejillas del sistema		X		
Pintar el sistema Line array		X		

Tabla 14.

Plan de Mantenimiento al sistema de Sub Graves

NOMBRE DEL EQUIPO	Sistema Sub Graves			
	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral
Limpiar área de trabajo	X			
Revisar los conectores de señal	X			
Revisar el funcionamiento de los altavoz		X		
Sacar respuesta en frecuencia de los altavoces		X		
Sacar parámetros Thiele Small			X	

Revisar el cono del altavoz				X
Revisar el atornillado de los altavoces		X		
Ajustar las rejillas del sistema		X		
Pintar el sistema Sub Graves		X		

Tabla 15.

Plan de Mantenimiento a los cables de señal

TIPO DE CABLE	Cables de Señal			
	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral
Limpia r área de trabajo	X			
Revisar la continuidad	X			
Revisar los conectores		X		
Limpia r cables	X			
Envolver ordenadamente	X			
Acomodar de acuerdo a su tamaño	X			

A continuación, se mostrará la tabla de tareas que se debe realizar según al plan de mantenimiento establecido por fechas.

Tabla 16.

Tareas a realizar para el plan de mantenimiento preventivo

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																															
NOMBRE EQUIPO _____										CÓDIGO _____										MES _____											
Actividades a ejecutar por el encargado de área	Días del mes para evidencias de ejecución de la actividad																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Actividades Semanales																															
Limpia r área de trabajo																															
Revisar los conectores de señal																															

CONCLUSIONES

Según al diagnóstico realizado en la empresa K'alaqaya producciones, se pudo evidenciar que la empresa en gestiones anteriores no tenía un diseño de mantenimiento adecuado de sus equipos, la cual presentaba determinados inconvenientes, como paradas no planificadas de los equipos, debido a los daños. Por otro lado, estos inconvenientes traían consigo una deficiencia en la empresa, por aquellos incumplimientos en diferentes acontecimientos. Por esta razón se hizo necesario comenzar a tomar medidas en cuánto al diseño de mantenimiento, que permite tener una adecuada organización, dando así al proceso de toma de decisiones en el área.

La identificación del tipo de plan de mantenimiento que realiza la empresa no eran las adecuadas, donde se aplicaba directamente un plan de mantenimiento correctivo y generaba una deficiencia y mal funcionamiento en los equipos de audio.

Para determinar las actividades de mantenimiento fue necesario identificar cada uno de los equipos del P.A, realizando las mediciones correspondientes, así obteniendo las hojas de datos técnicos y así identificando la importancia relativa de cada uno de estos en el proceso. Lo que se refleja en el tipo de actividades que se empleen en el plan de mantenimiento preventivo.

Además, se manejará ordenadamente la información de las actividades de mantenimiento, lo cual antes no se realizaba debido a que no contaba con los dos programas de medición (LIMP, SMAART), ni el personal adecuado para llevar estos registros de la información del mantenimiento de los equipos.

Dentro de la documentación diseñada podemos encontrar las hojas de vida de los equipos, la cual nos permite ver las características de cada equipo, registrando su vez información acerca del estado en que se encuentra el equipo.

Al diseñar el plan de mantenimiento preventivo se puede prevenir daños y desperfectos en el funcionamiento de los equipos de audio P.A de la empresa, realizando inspecciones regulares, pruebas, reparaciones para reducir el impacto de fallos en el sistema.

RECOMENDACIONES

- Si el equipo de audio presenta fallas, las mediciones realizadas a los altavoces del sistema de P.A también pueden ser utilizados para la realización del mantenimiento correctivo.
- Se recomienda que se analice todos los manuales técnicos referentes al altavoz y a la caja acústica, si el elemento es original. En el caso de esta empresa no cuenta con un sistema de sonido original, se opta por estos pasos de mediciones.
- Utilizar y mantener actualizado las hojas de datos técnicos y tener información concreta sobre las fallas presentadas en los equipos y poder tomar decisiones más acertadas.
- Diligenciar una orden de servicio de cada falla que se presenta en cada equipo, ya que de este formato se desprende mucha información importante para el mantenimiento de los equipos
- Se recomienda capacitar al personal para el mejor manejo del diseño de mantenimiento preventivo.
- Realizar una inspección profunda de las partes de los equipos, diligenciar el formato de componentes de los equipos.
- Se recomienda utilizar y actualizar por lo menos cada año todos los formatos con los que se administra el diseño de mantenimiento.
- Es conveniente que periódicamente se revise la adecuación de plan de mantenimiento, especialmente si ocurre actualización de equipo.
- Es necesario continuar verificando los resultados del programa de mantenimiento preventivo y modificar los ciclos para satisfacer los requerimientos de operación.

Siempre es necesario añadir o quitar algo del programa en su proceso de mejoramiento.

- Se deben mantener en óptimas condiciones cada uno de los equipos, realizando el mantenimiento en fechas previstas, seguir los instructivos necesarios para dichas operaciones que son de vital importancia para alargar la vida útil de cada equipo.
- Se recomienda habilitar un almacén de repuestos porque en algún momento de su vida útil se requerirán piezas de repuesto para sustituir algunos de los componentes que integran los equipos que forman parte de una instalación industrial. Estas piezas pueden ser originales, reacondicionadas, adaptadas, equivalentes o fabricadas expresamente, pero sin duda, serán necesarias.

BIBLIOGRAFÍA

Abella, B. M. (2008). *Mantenimiento Industrial*. Madrid.

Acoustics, R. (2011). *Rational Acoustics*. Obtenido de https://www.rationalacoustics.com/files/Empezando_con_Smaart_v7.pdf

BASTAR, S. G. (Primera edición: 2012). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. Estado de México: RED TERCER MILENIO S.C.

Betancourt, D. F. (02 de Agosto de 2016). *Ingenio empresa*. Obtenido de <https://ingenioempresa.com/hoja-de-verificacion/#>

Blanco, V. G. (Junio 2007). *Modelo eléctrico de un sistema de altavoz*. Madrid: Comillas Madrid.

C., J. E. (JUNIO de 2016). Propuesta de un plan de mantenimiento para la llenadora rotativa de línea de producción de salsa a base de tomate y ketchup de la empresa de alimentos GÁRMI C.A.

definicion.com. (2020). *definicion.com*. Obtenido de <https://www.definicion.com.mx/ficha-tecnica.html>

Fisica Practica. (2007). Obtenido de www.fisicapractica.com: <https://www.fisicapractica.com/impedancia.php>

Garrido, S. G. (2009-2013). *INGENIERIA DE MANTENIMIENTO*. Fuenlabrada - Madrid: RENOVETEC.

Herández Sampiere, R. (2014). *Metología de la Investigacion* (6ta ed.). McGraw-Hill.

J. Casas Anguita, J. R. (2003). La encuesta como técnica de investigación. *Investigacion*.

- Mateljan, I. (Febrero de 2007). Manual de Usuario LIMP. *Programa para la Medición de la Impedancia de Altavoces*. Split, Croacia: Electroacoustics Laboratory.
- MX, E. D. (15 de 09 de 2016). *Definición MX*. Recuperado el 2020, de Diario de Campo: <https://definicion.mx/diario-de-campo/>
- Pérez Porto, J. (2014). *Definicion.de*. Obtenido de Definición de guía de observación: <https://definicion.de/guia-de-observacion/>
- Raffino, M. E. (4 de agosto de 2020). *Concepto.de*. Obtenido de Concepto de Técnicas de Investigación: <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/>
- RTAUDIO.CL. (2020). Obtenido de <http://www.rtaudio.cl/>
- Salvatierra, M. (13 de Diciembre de 2019). Mantenimiento . (R. Quispe, Entrevistador)
- Sampieri, D. R. (2014). *Metodología de la investigación*. México: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- sonido, F. d. (2019). *Conceptos Basicos del Ruido Ambiental*. Obtenido de <http://sicaweb.cedex.es/docs/documentacion/Conceptos-Basicos-del-ruido-ambiental.pdf>
- Zafra, J. (2018). *Ingeniería de sonido*. Madrid: RA-MA.
- Zita, A. (s.f.). *Toda Materia*. Obtenido de Metodos de Investigacion : <https://www.todamateria.com/metodos-de-investigacion/>

ANEXOS

ANEXO 1. Modelo de encuesta

ENCUESTA

MANTENIMIENTO PREVENTIVO - CORRECTIVO

Objetivo: Recolectar información sobre mantenimiento al personal de audio de la empresa de sonido k'alaqaya producciones

Escoge solo una opción de respuesta para cada una de las siguientes preguntas

1. ¿Conoce la definición de plan de mantenimiento?

SI () Mas o menos () NO ()

2. ¿Tiene conocimiento sobre la realización de mantenimiento preventivo - correctivo?

SI () Mas o menos () NO ()

3. ¿Cree usted necesario aplicar un tipo de mantenimiento al sistema de audio?

SI () Mas o menos () NO ()

4. ¿Se pudo identificar algún cambio audible en el sistema de sonido hasta el día de hoy?

SI () Mas o menos () NO ()

5. ¿Considera necesaria la revisión de cada equipo de audio, cada cierto tiempo?

SI () Mas o menos () NO ()

6. ¿Considera necesaria la solución de fallas y desperfectos físicos en los equipos de audio?

SI () Mas o menos () NO ()

7. ¿Considera necesario tener un diseño de plan de mantenimiento para la organización prevención y cuidado de los equipos?

SI () Mas o menos () NO ()

ANEXO 2. Guía de observación realizada a la empresa

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Nombre de la empresa	K'ALAQAYA PRODUCCIONES
Nombre del observador	RICHARD JIMMY QUISPE HILAYA
Fecha	1 de septiembre 2020

Instrucciones: Observar si la ejecución de las actividades marcando con una (X) el cumplimiento de acuerdo a la escala establecida (sí, no, tal vez).

Objetivos: Observar y Evaluar el tipo de mantenimiento que realiza la empresa.

Nº	ASPECTO A EVALUAR	SÍ	NO	TAL VEZ	OBSERVACIONES
1	Realiza un mantenimiento preventivo a los equipos de audio		X		Realiza un mantenimiento correctivo
2	Tiene personal capacitado para para realizar el plan de mantenimiento preventivo			X	No todo el personal sabe sobre conceptos básicos de parámetros de altavoces

ANEXO 3. Diario de Campo realizada a los equipos de la empresa

DIARIO DE CAMPO

Lugar	Depósito de la empresa K'alaqaya producciones
Fecha	1 de septiembre 2020
Elaborado por	Richard Jimmy Quispe Hilaya

Parámetros Thiele Small											
Primera Medición											
CODIGO	Impedance Data			Parámetros de los altavoces							
	Zlmax (Ω)	Fs01 (Hz)	Zlmin (Hz)	Fs (Hz)	Re (Ω dc)	Le (uH)	L2 (uH)	R2 (Ω)	Qt	Qes	Qms
AA001											
AA002											
AA003											
AA004											
AA005											
AA006											
AA007											
AA008											
AA013											
AA014											
AA015											
AA016											

DIARIO DE CAMPO

Lugar	Depósito de la empresa K'alaqaya producciones
Fecha	1 de septiembre 2020
Elaborado por	Richard Jimmy Quispe Hilaya

Parámetros Thiele Small												
Con masa de 29,5 Gramos												
Impedance Data					Parámetros de los altavoces							
Código	Zlmax (Ω)	Fso1 (Hz)	Zlmin (Hz)	Frequency shift optimal shift is 20% to 50%	Re (Ω dc)	Le (uH)	L2 (Uh)	R2 (Ω)	Qt	Qes	Qms	Lp(2,83V/1m) (dB)
AA001												
AA002												
AA003												
AA004												
AA005												
AA006												
AA007												
AA008												
AA013												
AA014												
AA015												
AA016												

ANEXO 4. Mediciones thiele small



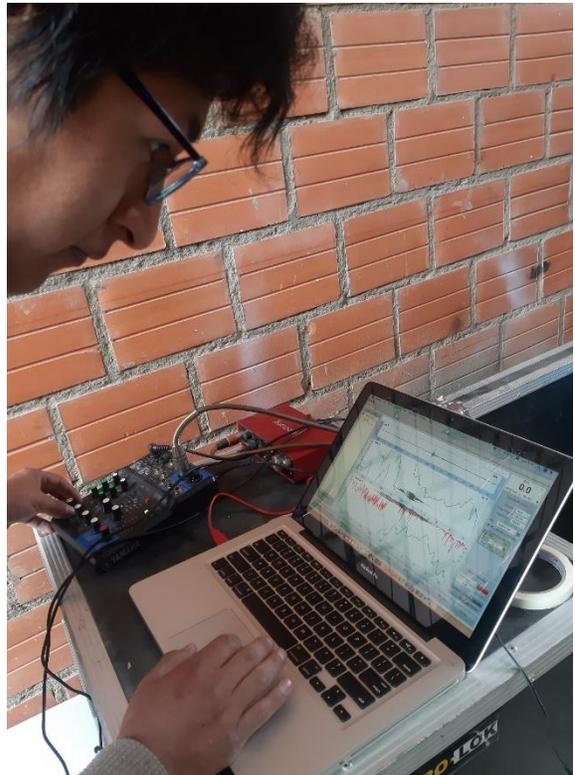
ANEXO 5. Medición de diámetro del altavoz



ANEXO 6. Mediciones parámetros thiele small con masa



ANEXO 7. Separación de micrófono y fuente para medición de respuesta en frecuencia

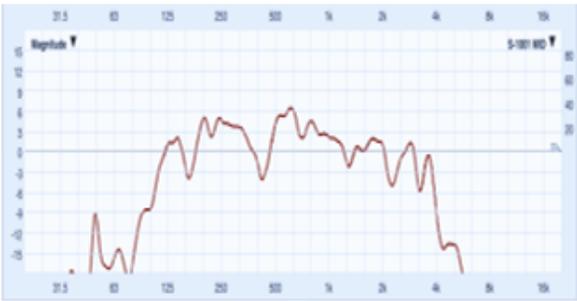
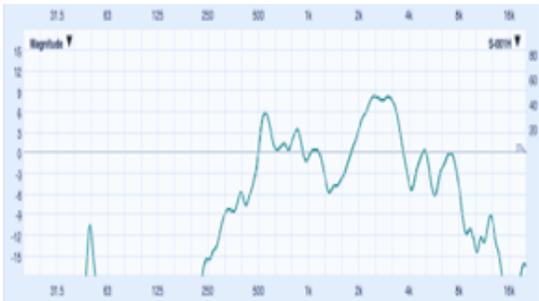


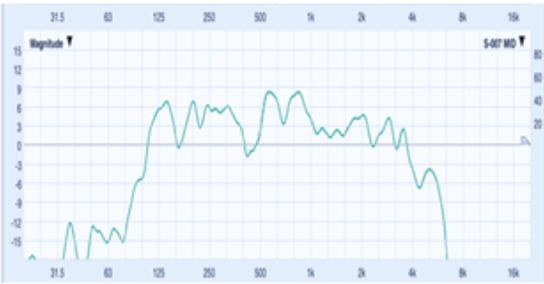
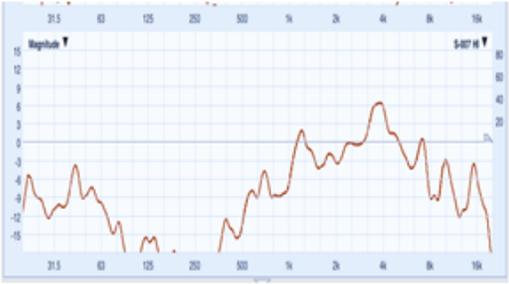


ANEXO 8. Hoja de datos técnicos del altavoz

PROCESO DE EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO							
DATOS TÉCNICOS DE LOS ALTAVOCES DE LA EMPRESA K'ALAQAYA PRODUCCIONES							
NOMBRE DE EQUIPO			ALTAVOZ MID				
IMAGEN		INFORMACIÓN GENERAL					
		MARCA	<input type="text" value="RCF"/>				
		AÑO DE FABRICACIÓN	<input type="text"/>				
		FABRICANTE	<input type="text"/>				
		CÓDIGO	<input type="text" value="AA001"/>				
		MODELO	<input type="text" value="L10/750YK"/>				
		MANUAL	<input type="text" value="SI"/>				
ESPECIFICACIONES GENERALES							
DIÁMETRO	IMPEDANCIA NOMINAL	REPUESTA EN FRECUENCIA	PROGRAM POWER	SENSIBILIDAD (SPL)	PESO NETO		
23.5 cm	8Ω	70Hz – 3 KHz	700 w	100.0 dB	7 Kg		
PARAMETROS THIELE SMALL							
Primera Medición				Con masa de 29,5 Gramos			
Impedance data		Parámetro del altavoz		Impedance data		Parámetro del altavoz	
Z1max	59.63 Ω	Fs	100.58 Hz	Z1max	59.96 Ω	Re	6.20 Ω
Fso1	100.6 Hz	Re	6.20 Ω (dc)	Fso1	77.6 Hz	Le	382.78 uH
Z1min	7.47 Ω	Le	382.78 uH	Z1min	7.29 Ω	L2	899.19 uH
		L2	899.19 uH			R2	28.96 Ω
		R2	58.96 Ω			Qt	0.51
		Qt	0.51	Frequency shift optimal shift is 20% to 50%		Qes	0.57
		Qes	0.57			Qms	4.92
		Qms	4.92	22.9%		Lp(2,83V/1m)	97.66 dB

ANEXO 9. Hoja de datos técnicos del sistema

PROCESO DE EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO					
DATOS TÉCNICOS DE LOS ALTAVOCES DE LA EMPRESA K'ALAQAYA PRODUCCIONES					
NOMBRE DE EQUIPO		Line Array			
IMAGEN		INFORMACIÓN GENERAL			
		MARCA	Das (Hechizo)		
		AÑO DE FABRICACIÓN	2015		
		FABRICANTE	Event Line Array		
		CÓDIGO	S001		
		MODELO	AEREO 12		
		MANUAL	NO		
CARACTERÍSTICAS DE LOS ALTAVOCES INTERNOS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	MARCA	PULGADAS	IMPEDANCIA
1		AA001	L10/750YK	10	8 Ohm
2		AA002	L10/750YK	10	8 Ohm
3		AA009	RCF N850	2	8 Ohm
IMAGEN RESPUESTA EN FRECUENCIA CON LA CAJA					
MID			HIGH		
					

PROCESO DE EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO					
DATOS TÉCNICOS DE LOS ALTAVOCES DE LA EMPRESA K'ALQAYA PRODUCCIONES					
NOMBRE DE EQUIPO		Line Array			
IMAGEN		INFORMACIÓN GENERAL			
		MARCA	Das (Hechizo)		
		AÑO DE FABRICACION	2015		
		FABRICANTE	Event Line Array		
		CÓDIGO	S005		
		MODELO	AEREO 12		
		MANUAL	NO		
CARACTERÍSTICAS DE LOS ALTAVOCES INTERNOS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	MARCA	PULGADAS	IMPEDANCIA
1		AA013	10CXN76	10	8 Ohm
2		AA014	10CXN76	10	8 Ohm
3		AA017	ND250 - 8	2	8 Ohm
IMAGEN RESPUESTA EN FRECUENCIA CON LA CAJA					
MID			HIGH		
					

PROCESO DE EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

DATOS TÉCNICOS DE LOS ALTAVOCES DE LA EMPRESA K' ALAQAYA PRODUCCIONES

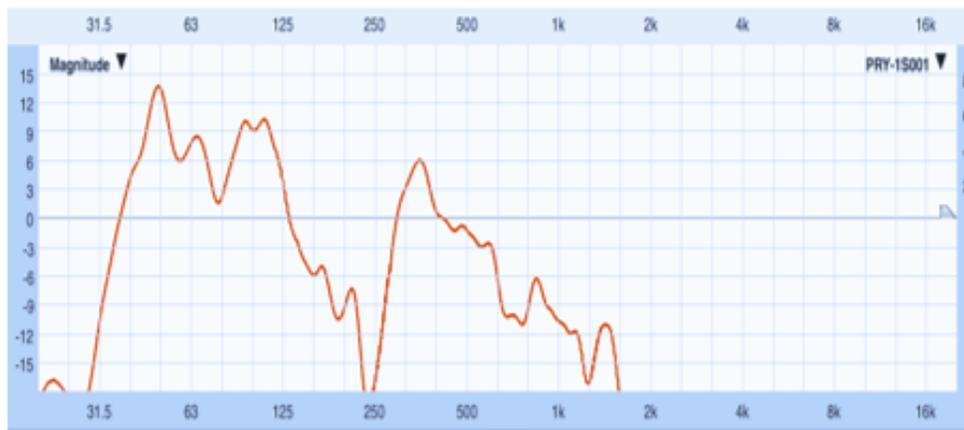
NOMBRE DE EQUIPO Sub Graves

IMAGEN	INFORMACIÓN GENERAL
	MARCA <input type="text" value="CVR (Hechizo)"/>
	AÑO DE FABRICACIÓN <input type="text"/>
	FABRICANTE <input type="text" value="Event Line Array"/>
	CÓDIGO <input type="text" value="S007"/>
	MODELO <input type="text" value="AEREO 12"/>
	MANUAL <input type="text" value="NO"/>

CARACTERÍSTICAS DE LOS ALTAVOCES INTERNOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	MARCA	PULGADAS	IMPEDANCIA
1	18TLW3000	AS001	<i>Eighteen Sound</i>	18	8 Ohm
2	18TLW3000	AS002	<i>Eighteen Sound</i>	18	8 Ohm

IMAGEN RESPUESTA EN FRECUENCIA CON LA CAJA



ANEXO 10. Registro de la empresa Kálaqaya producciones

REGISTRO DE COMERCIO DE BOLIVIA

CODIGO DE TRAMITE:0002063930 - No. DE OPERACION:191330606001

CERTIFICADO DE ACTUALIZACION DE MATRICULA DE COMERCIO

EL REGISTRO DE COMERCIO DE BOLIVIA, ORGANO CONCESIONADO A LA FUNDACION PARA EL DESARROLLO EMPRESARIAL - FUNDEMPRESA, EN MERITO A LAS FACULTADES ESTABLECIDAS EN EL DECRETO SUPREMO 26215 Y EN CUMPLIMIENTO A LAS NORMAS ESTABLECIDAS EN EL CODIGO DE COMERCIO;

CERTIFICA:

RAZON SOCIAL / DENOMINACION : K'ALAQAYA - PRODUCCIONES
NO. DE MATRICULA : 00207451
FECHA DE REGISTRO : 24 DE OCTUBRE DE 2012
TIPO DE EMPRESA : EMPRESA UNIPERSONAL
CAPITAL : BS.83,050.00 (OCHENTA Y TRES MIL CINCUENTA 00/100 BOLIVIANOS)
PROPIETARIO : ILLANES QUINONES RICARDO
CEDULA DE IDENTIDAD : 00004377942
REPRESENTANTE LEGAL : ILLANES QUINONES RICARDO
CEDULA DE IDENTIDAD : 00004377942
GESTION ACTUALIZADA : 2018
LIBRO DE REGISTRO : 21
NO.DE REGISTRO : 01372081
LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO : S/N
NIT : 04377942011
CODIGO DEL EMPLEADOR (ROE) : 4377942011-1
DOMICILIO : EL ALTO - CALLE CONSTANTINO DE MEDINA N° 851 UV: S/N MZNO: S/N ZONA: VILLA DOLORES
OBJETO : PROVEEDOR DE SERVICIOS DE EQUIPOS DE SONIDO, LUCES, ESCENARIOS, ARTISTAS Y DOTACION DE EQUIPOS MULTIPLES.

EL ALTO, 14 DE JUNIO DE 2019


Dra. Daniela Larrabal Velez Ocampo
GERENTE DE AREA OCCIDENTAL
REGISTRO DE COMERCIO - FUNDEMPRESA

ESTADO DE LA MATRICULA: VIGENTE HASTA EL 31 DE MAYO DE 2020

 **Fundempresa** Concesionaria del Registro de Comercio de Bolivia

PAGINA: 1 de 1

R-0570

NIT

NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN TRIBUTARIA

RÉGIMEN GENERAL

4377942011

EMITE FACTURA

Contribuyente: RICARDO ILLANES QUIÑONES
Domicilio Tributario: CASA MATRIZ CALLE CONSTANTINO DE MEDINA ,NRO: 851 ZONA VILLA DOLORES ,ENTRE CALLE 9 Y CALLE 10
Municipio: EL ALTO
Gran Actividad: SERVICIOS
Actividad Principal: 71103 - ALQUILER DE EFECTOS PERSONALES Y ENSERES DOMÉSTICOS (CINTAS DE VIDEO, AMPLIFICACIONES, DISFRACES, VIDRIOS O CRISTAL Y UTENSILIOS DE COCINA)
Tipo Contribuyente: EMPRESAS UNIPERSONALES



 **IMPUESTOS NACIONALES**

