

CONCEPTO DE DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE MEDIDA ACÚSTICA

UNIVERSIDAD CARLOS III DE
MADRID



Tutor: Dr.Eng. Zbigniew Sliwa
Cotutor: Ana Muñoz Sanchez
Estudiante: Manuel Castrillo Molina

1. **Introducción**

En este documento se va a proceder al diseño de la parte mecánica de una máquina para poder medir la presión sonora en un área semiesférica de 2 metros de diámetro.

Se analizará como transformar mediante fórmulas de la presión sonora medida a potencia sonora. Los pasos a seguir dependiendo del sistema que estemos analizando.

Se diseñara un modelo de la maquina en 3D. Para el diseño se utilizara el software Solid Works.

Por ultimo con este mismo programa se simulará los movimientos del modelo para ver como puede alcanzar todas las coordenadas en la superficie de estudio, donde debemos de medir.

2. **Objetivos**

En este proyecto se busca la solución de como poder medir la presión sonora en un área semiesférica de 2 metros de diámetro.

Se quiere poder evaluar la potencia sonora. Para llegar a la potencia sonora se medirá con la ayuda de un micrófono la presión sonora. Una vez obtenida la presión sonora y con las correlaciones mas adelante descritas en este proyecto se podrá calcular la potencia sonora.

Lo primero será solucionar como poder posicionar el micrófono en todas las coordenadas de la superficie a estudiar. Se deberá posicionar el micrófono es todas las coordenadas del sistema con un error menor de 1°.

Después de elegir cual será la solución para el problema descrito, se diseñara el modelo en un software de diseño 3D. Se utilizará el programa Solid Works para realizar el modelo 3D.

Por ultimo debemos de estudiar como se moverán las diferentes partes del modelo para colocar el micrófono en la posición adecuada con la precisión especificada.

3. Resumen

3.1. *Introducción al sonido*

Cuando una onda de sonido se propaga por un medio elástico como el aire crea una variación de presión en la presión ambiente ya existente. Esta variación de presión es una propiedad muy buena para caracterizar la onda sonora y se puede medir fácilmente.

Suponemos que tenemos un tono puro, un sonido que sus variaciones de presiones solo dependen de una única frecuencia (f), su variación de presión es sinusoidal y viene descrita por la siguiente expresión:

$$P(t) = P_0 \cdot \text{sen}(w \cdot t); w \cdot t = 2 \cdot \pi \cdot f$$

El valor instantáneo en el tiempo de la presión sonora P(t) no es adecuado para caracterizar la onda de sonido que varia continuamente con el tiempo. Por lo que se usará el valor medio dado por la expresión:

$$P_{average} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \int_0^{2\pi} P_0 \cdot \text{sen}(\alpha \cdot t) dt = 0$$

El valor medio no sirve para caracterizar la forma de la onda. El parámetro válido es el valor efectivo (RCM: Raíz cuadrática media), definida como:

$$P_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt}$$

Para un tono puro el valor de la raíz cuadrática media es igual a:

$$P_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^{2\pi} (P_0 \cdot \text{sen}(\alpha \cdot t))^2 dt} = \frac{P_0}{\sqrt{2}}$$

3.2. Descripción del modelo

La solución que se ha pensado para el problema que ha sido presentado al principio de este proyecto, esta basado en tres partes principalmente: Base, arco y carro. Necesitará piezas adicionales para los contactos entre las partes como rodamientos, correas, engranajes, tapas, etc.

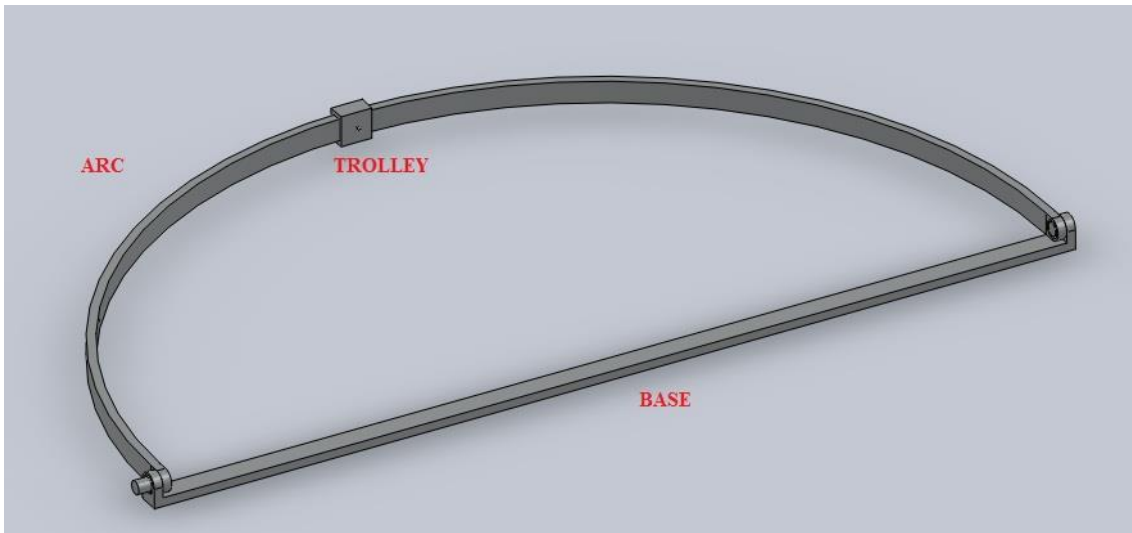


Imagen 1: diseño del modelo

Esta solución con el movimiento de solo 2 componentes del modelo se podrá posicionar el micrófono en toda la superficie donde debemos medir la presión sonora. Había otras ideas para solucionar el problema pero con la solución elegida utilizábamos menos material, mas fácil su construcción y por ello la mas barata de todas las opciones.

Otra idea era utilizar un brazo robótico lo que generaba que el modelo ya no fuese portátil. La otra idea era utilizar un ascensor hidráulico desde el suelo, pero presentaba dos problemas, los dispositivos hidráulicos son caros y necesitan un preciso mantenimiento y el otro problema es como alcanzar la posición sobre el dispositivo del cual se medirá la presión sonora.

Cuando se piensa en la idea dada como solución no se presentan este tipo de problemas. Se alcanza todas las coordenadas del área de estudio con solo dos movimientos del modelo. Las tres partes principales del modelo que darán la estabilidad y el movimiento estarán conectadas entre si con elementos de unión

para obtener movimientos suaves y una fricción menor. Este modelo se puede fácilmente automatizar con solo dos grados de libertad.

El material utilizado para diseñar las piezas del modelo ha sido una aleación de aluminio 1060 de la librería del Solid Works, con las siguientes propiedades:

Tabla 1: Propiedades aleación aluminio 1060

PROPIEDADES	VALOR	UNIDADES
Modulo Elastico	6,9E+10	N/m ²
Coefficiente de poisson	0,33	N/D
Modulo de cizalladura	2,7E+10	N/m ²
Densidad	2700	Kg/m ³
Limite a tracción	68935600	N/m ²
Limite elástico	27574200	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	2,4E-5	1/K
Conductividad térmica	200	W/m·K
Calor específico	900	J/Kg·K

La base será la conexión entre el suelo y el modelo para fijarlo, y será el elemento que soportará el arco y sus esfuerzos. La conexión entre la base y el arco será a través de rodamientos cilíndricos.

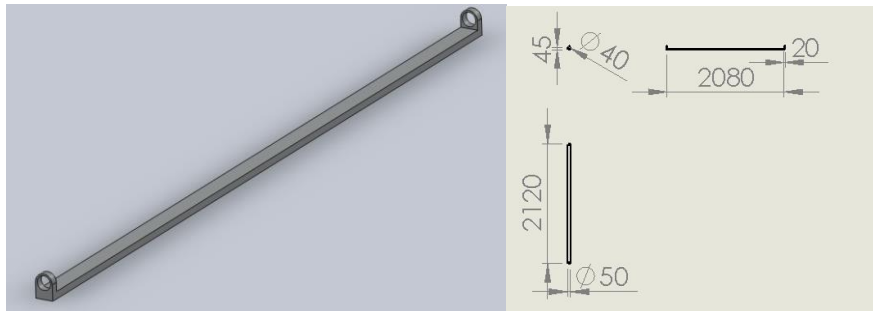


Imagen 2: Diseño y cotas de la base

Tabla 2: Propiedades físicas de la base

PROPERTY	VALUE	UNITS
Mass	3,582	Kg
Volume	0,001327	m ³
Surface area	0,51966858	m ²

El arco soportará al carro. El arco tendrá un movimiento de oscilación para posicionarse en la primera coordenada donde mediremos la presión sonora. Este movimiento tiene una amplitud de 180° y una velocidad de movimiento que estará controlada por el motor que será descrito mas tarde.

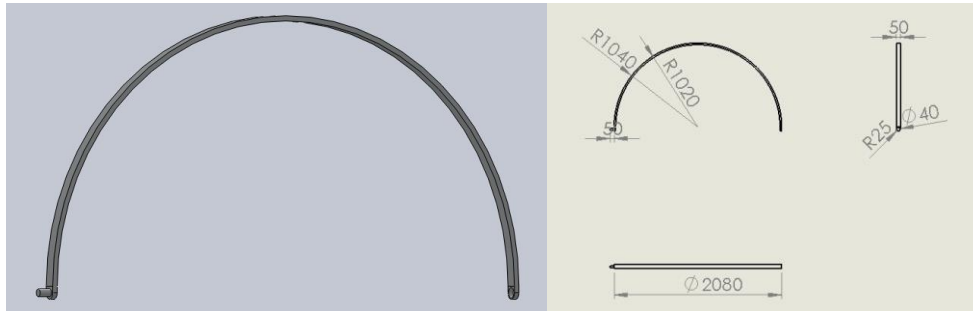


Imagen 3: Diseño y cotas del arco.

Tabla 3: Propiedades físicas del arco

property	Value	Units
Mass	5,51066	Kg
Volume	0,00204	m ³
Surface area	0,7961	m ²

El carro se moverá sobre el arco para posicionarse en la segunda coordenada donde se medirá la presión sonora. El movimiento sobre el arco tendrá una amplitud de 180° y una velocidad controlada por un motor que será descrito mas adelante.

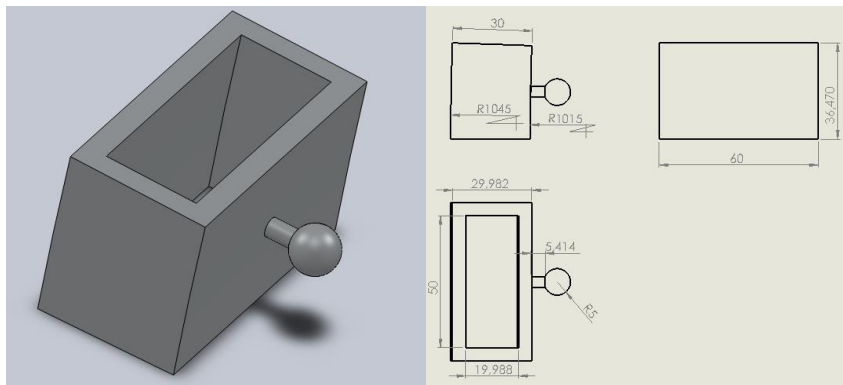


Imagen 4: Diseño y cotas del carro.

Tabla 4: Propiedades físicas del carro.

PROPERTY	VALUE	UNITS
Mass	0,07925	Kg
Volume	2,9352E-5	m ³
Surface area	0,13486	m ²

3.3. *Motor de paso*

Un motor de paso es un componente eléctrico-mecánico que convierte los pulsos eléctricos en movimientos mecánicos discretos. La velocidad de salida de rotación del motor está directamente relacionada con la frecuencia de entrada de los pulsos y la longitud de la rotación con el número de pulsos aplicados.

3.3.1. **Cuando usar un motor de paso**

Un motor de paso es una buena opción cuando necesitamos un movimiento controlado. Cuando se necesita controlar el ángulo de rotación, velocidad, posición y sincronismo. Los motores de paso han encontrado su lugar en diferentes aplicaciones: Impresoras, Equipamiento de oficina, Discos duros, Equipo médico, Fax y muchas más.

3.3.2. **Tipos de motor de paso**

Hay tres tipos de motores de paso: rotor de imán permanente, reluctancia variable e híbrido. Solo se desarrollará el motor híbrido que es el que se utilizará para nuestro modelo.

El motor de paso híbrido es más caro que los demás motores de paso, pero otorga mejor resolución en el paso, par y velocidad. Los típicos pasos de ángulos para el motor de paso híbrido cubren el rango de $0,9^\circ$ a $3,6^\circ$. El motor híbrido combina las mejores características de los motores de rotor de imán permanente y reluctancia variable.

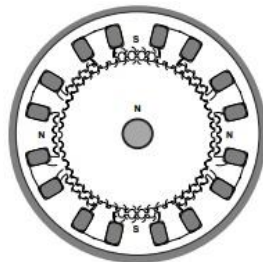


Imagen 5: Motor de paso híbrido

3.4. Como funciona el modelo

Para posicionar el microfono en las coordenadas donde se medirá. Se necesita saber dos parámetros de posición: Los grados del arco (0° hasta 180°) y los grados del carro (-90° hasta $+90^\circ$). El sistema de coordenadas lo podemos ver en la siguiente imagen (Imagen 6).

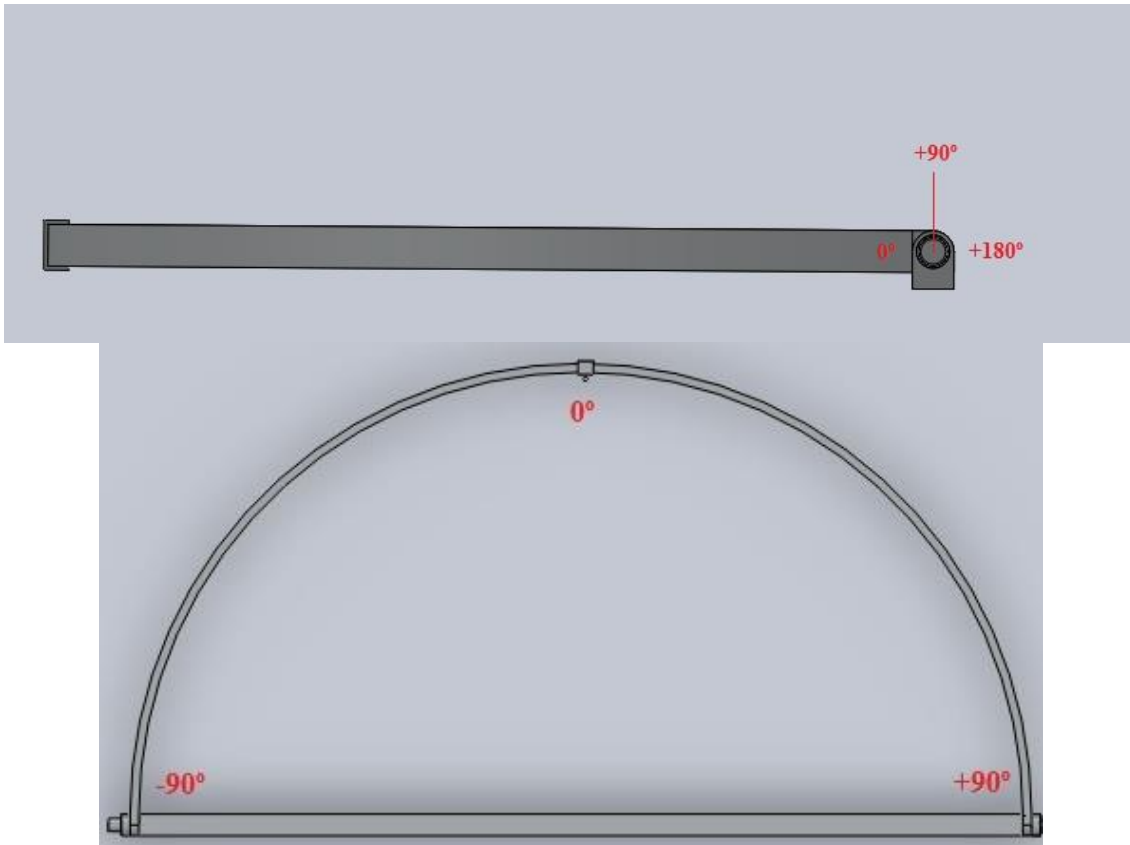


Imagen 6: Sistema de coordenadas

Se podrá con este sistema posicionar el micrófono en todas las coordenadas de medida de la presión sonora. Primero se ordenara de menor a mayor la primera coordenada que es la del arco y después con la segunda coordenada la del carro se ordenara también de mayor a menor pero dentro de los grupos con la misma primera coordenada. De esta manera optimizamos el movimiento de las piezas de nuestro modelo y el tiempo en realizar las mediciones.

4. **Conclusiones**

El modelo ha sido diseñado para medir la presión sonora en un área semiesférica de dos metros de diámetro. Con el modelo diseñado podemos posicionar el micrófono en todas las coordenadas del área con gran precisión.

La alta precisión del modelo viene dada por el motor de paso híbrido que se encarga de dar movimiento al arco y al carro. Este motor ayudara a automatizar la máquina con un software, donde solo se necesite introducir las coordenadas donde se quiere realizar la medida de la presión sonora y el software se encargará de ir mandando la información de los movimientos al motor de paso para posicionarse.

El peso y las dimensiones del modelo lo hacen portátil. El problema de ser portátil es que se deberá tener cuidado a la hora de montar y desmontar el equipo para transportarlo. Y ser muy cuidadosos con los engranajes y los rodamientos, como un cuidadoso mantenimiento, para que el diseño de un movimiento suave y precisión de 1° de error no se vean afectados en un futuro.

Con todas estas características se resuelve el problema que se nos presentaba al principio.

5. **Bibliografía**

- Mto2 y redes (2010). Motores paso a paso y sensores. Descargado el 20 de marzo de 2012 en <http://mto2yredes.wordpress.com/impresoras/motores-paso-a-paso-y-sensores/>
- Pérez de Siles, A. C. (2001). Aplicación informática orientada a la formación y evaluación de riesgos derivados de la exposición a ruido en ambientes industriales. Universidad de Córdoba. Descargado el 20 de Marzo de 2012 en [http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/\(1\)%20Prop%20fis%20del%20ruido/Param%20que%20definen%20el%20ruido.htm](http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/(1)%20Prop%20fis%20del%20ruido/Param%20que%20definen%20el%20ruido.htm)
- Stepper Motor Basics. Industrial circuits application note. Descargado el 20 de Marzo de 2012 en <http://www.solarbotics.net/library/pdflib/pdf/motorbas.pdf>