

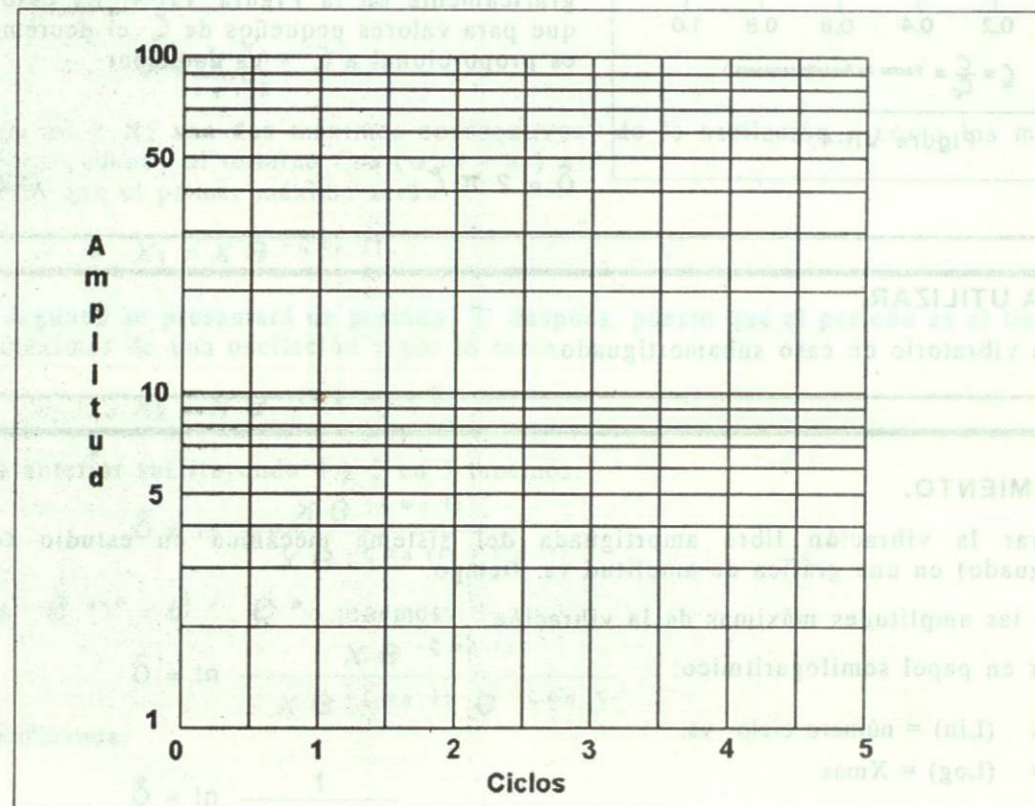
$$\zeta = \frac{\delta}{\sqrt{4\pi^2 + \delta^2}}$$

Si se tienen los valores de la masa y la K_{eq} del sistema, calcular la constante de amortiguación viscosa equivalente "C" con la ayuda de la ecuación:

$$C_c = 2m\omega_n = 2\sqrt{mK}$$

REPORTE.

- 1.- Describir el sistema analizado.
- 2.- Resultados de medición (tabla y gráfica).
- 3.- Indicar el tipo de amortiguamiento predominante.
- 4.- Indicar el valor de la relación de amortiguamiento del sistema (ζ).



BIBLIOGRAFIA.

- * INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LAS VIBRACIONES MECANICAS
R.F. Steidel Jr.
CECSA
- * TEORIA DE VIBRACIONES, APLICACIONES
William T. Thomson
Prentice Hall.

PRACTICA VIII INSTRUMENTACION DE VIBRACIONES

OBJETIVO.

Conocer los instrumentos utilizados para producir, medir y analizar vibraciones mecánicas.

INTRODUCCION.

Desde sus orígenes el hombre ha tratado de explicarse los fenómenos naturales que lo han afectado directamente, tales como, terremotos, sismos, mareas, etc. En un principio solo podía contar con sus propios sentidos para explicarse estos fenómenos, pero la necesidad y su propia evolución lo llevaron a crear instrumentos que le proporcionarían una información más exacta para cuantificar dichos fenómenos.

La tecnología instrumental tuvo un desarrollo lento en un principio, pero al transcurrir el tiempo, en pleno siglo XX, los instrumentos de medición forman parte de las herramientas con que el hombre cuenta para acometer los variados problemas que se le presentan en esta era industrial, donde el avance tecnológico aumenta constantemente.

El fenómeno de la vibración en la industria es uno de los principales problemas a combatir, pues origina serios problemas y grandes pérdidas, por lo que es de gran importancia y utilidad el conocer la instrumentación de este campo.

Por otro lado, se puede presentar la necesidad de someter a vibración una máquina o estructura para observar su comportamiento (posibles resonancias) respecto a diferentes frecuencias de excitación o para probar su resistencia.

INSTRUMENTACION DE VIBRACIONES.

Cuando se requiere estudiar la vibración con el propósito de eliminarla, debemos utilizar un sistema para medición y análisis de vibración.

Para producir vibración será necesario hacer uso de equipo generador de vibraciones, también llamado, equipo de excitación.

INSTRUMENTOS PARA LA MEDICION/ANALISIS DE LA VIBRACION.

El equipo que a continuación se describe es el más usado para la medición y control de vibraciones mecánicas.

La función de los componentes del sistema de medición y/o análisis del tipo Eléctrico-Electrónico se describen a continuación.

Captadores.- Consisten en un transductor de energía el cual se encarga de transformar la energía mecánica (de la vibración) a energía eléctrica. Se diseña para que la señal eléctrica a la salida de éste sea proporcional a la vibración.

Según el parámetro, al cual es proporcional la señal eléctrica, los captadores pueden ser:

- a) De desplazamiento.
- b) De velocidad.
- c) De aceleración.

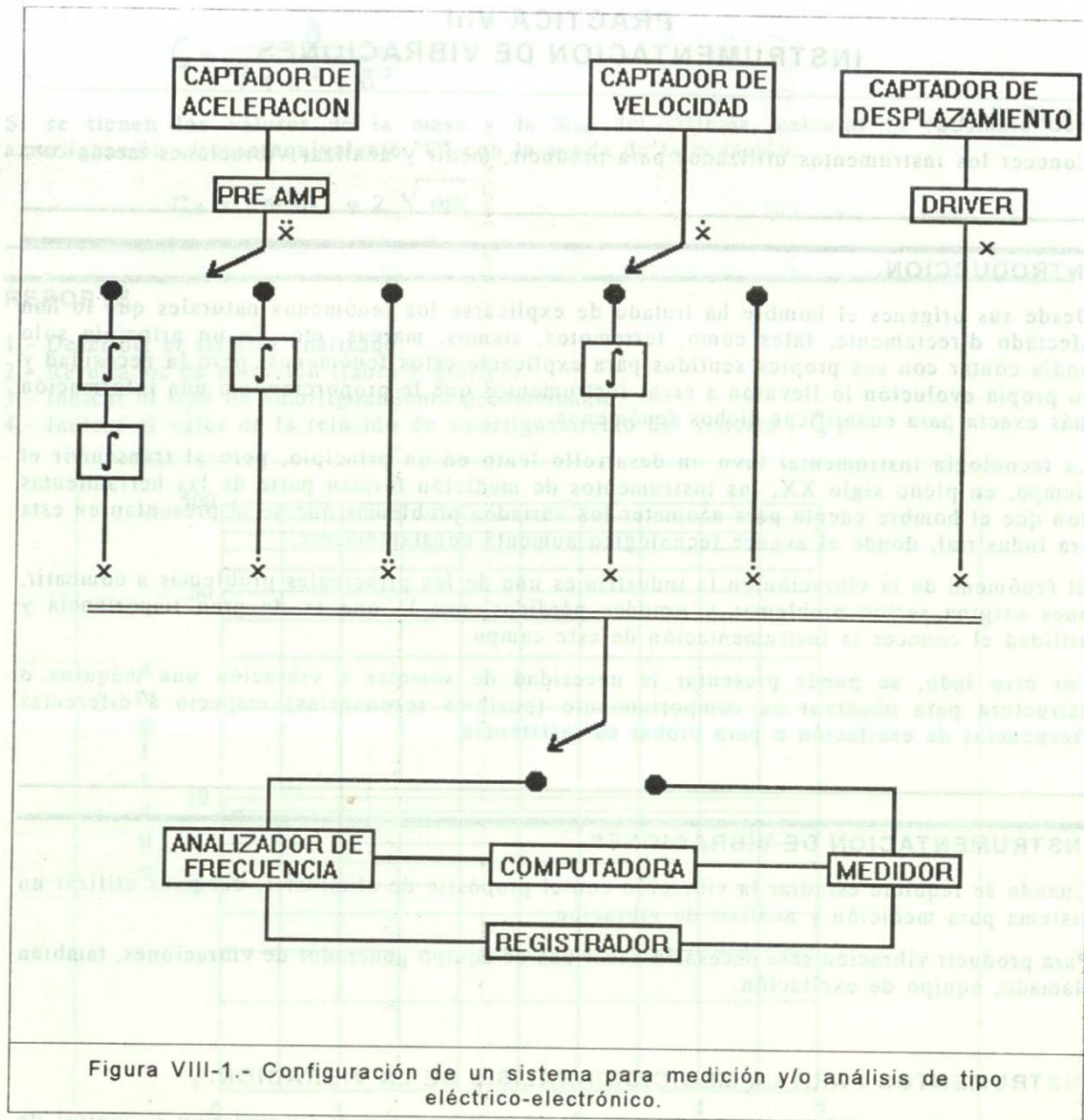


Figura VIII-1.- Configuración de un sistema para medición y/o análisis de tipo eléctrico-electrónico.

Según el principio físico mediante el cual se lleva a cabo la conversión de energía, entre los más comunes se encuentran:

- Magnético (Captador de desplazamiento).
- Electrodinámico (Captador de velocidad).
- Piezoeléctrico (Captador de aceleración)

Las dos propiedades de mayor interés en un captador de vibración son:

- Respuesta a la frecuencia.- Es la respuesta del captador (transductor) a diferentes frecuencias de excitación manteniendo constante la amplitud de la fuerza excitadora. De la curva de respuesta a la frecuencia (Sensitividad relativa vs. frecuencia) de un captador, se puede deducir el rango de frecuencias, en el cual éste efectuará mediciones confiables.

b) Sensitividad.- Es una relación entre la magnitud de la señal eléctrica producida por el captador y la magnitud de la vibración. A continuación se muestran los diagramas de algunos captadores.

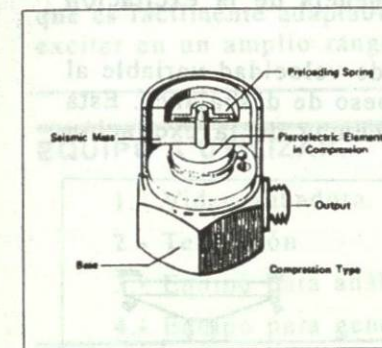


Figura VIII-2.- Captador Piezo eléctrico

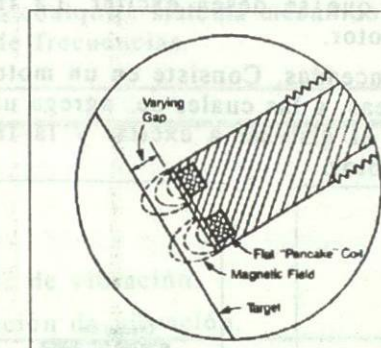


Figura VIII-3.- Captador Magnético

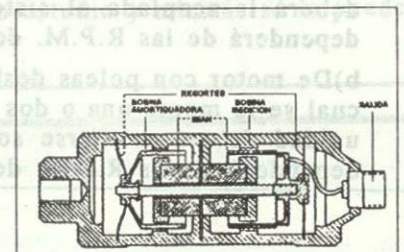


Figura VIII-4.- Captador Electrodinámico

Acondicionadores.- Aun que algunos captadores no necesitan preamplificador, la función de éste es amplificar las señales débiles e igualar la impedancia de salida del transductor con la de entrada al equipo de medición.

Circuitos Integradores.- Su función es hacer transformaciones entre aceleración, velocidad y desplazamiento de la vibración, según se desee.

Analizador de Frecuencias.- Consiste en un medidor de vibración y un sistema de filtros, los cuales en algunos casos pueden encontrarse por separado.

- Medidor de vibración.- Es un voltmetro (medidor de voltaje) cuyas escalas de medición pueden estar graduadas en volts o directamente en unidades de desplazamiento, velocidad o aceleración.
- Sistema de filtros.- Son dispositivos electrónicos que dejan pasar a través de ellos tan solo una señal sinusoidal de una frecuencia determinada. La frecuencia de la señal que dejan pasar los filtros, en algunos casos puede ser fija y en otros ajustable (variable).

Si solo se desea conocer el nivel de la vibración total (sin filtrar), solo se utilizará el medidor de vibración.

Si se desea tener información del tipo de vibración y sus componentes (espectro) es necesario hacer uso, además del medidor de vibración, de el sistema de filtros. Pueden utilizarse por separado o integrados en una sola unidad como un analizador de frecuencias.

Registadores.- Son equipos cuya función es dejar memoria ó registro de los datos obtenidos a través del análisis de la vibración, lo cual facilita la interpretación de éstos.

Los más conocidos son:

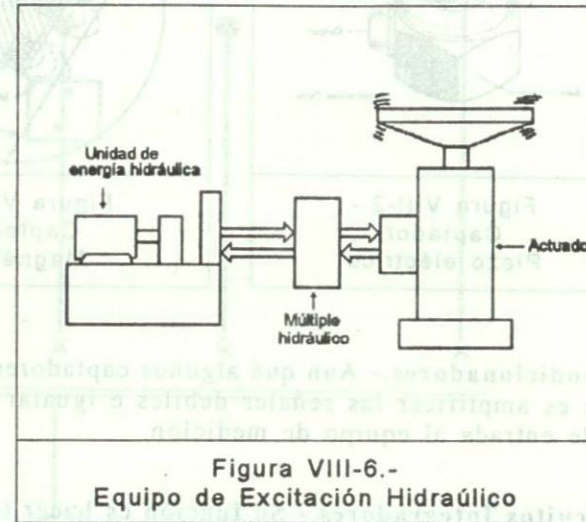
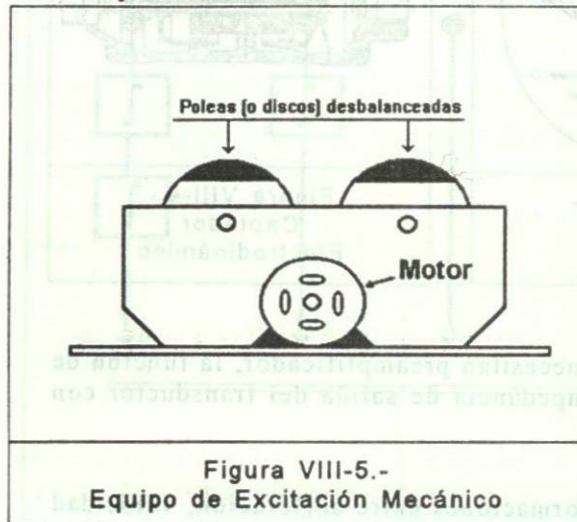
- Osciloscopio con memoria y cámara fotográfica.
- Registrador en papel.
- Memoria digital y unidad impresora de datos.

EQUIPOS PARA LA PRODUCCION DE VIBRACION.

Mecánico.- Podemos encontrar principalmente dos tipos que son:

a) De motor con polea excéntrica.- Consiste básicamente de un motor de velocidad variable, al cual se le acopla una polea excéntrica (ó un eje tipo sigüefñal y biela) que deberá ir acoplada al sistema que se desea excitar. La frecuencia de la excitación dependerá de las R.P.M. del motor.

b) De motor con poleas desbalanceadas. Consiste en un motor de velocidad variable al cual se le monta una o dos poleas, a las cuales se agrega un peso de desbalance. Esta unidad deberá montarse sobre el sistema a excitar y la frecuencia de la excitación dependerá de las R.P.M. del motor.

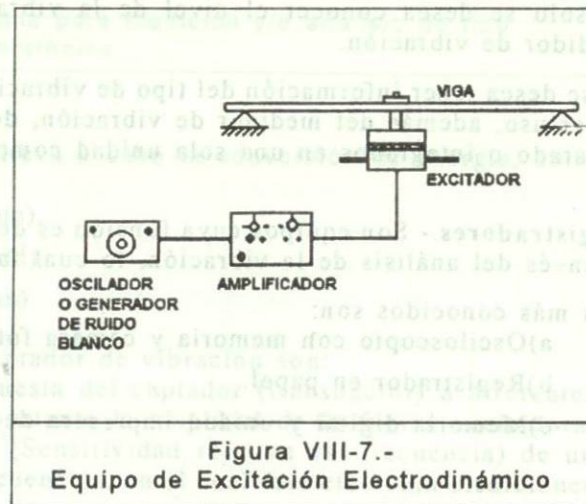


Hidráulico.- Esta formado por los siguientes elementos:

- Unidad de energía hidráulica.- Provee enfriamiento, filtrado y alta presión del aceite al actuador del sistema.
- Múltiple hidráulico.- Controla la alta presión del aceite usado en el sistema de vibración hidráulica, compensa los picos de flujo requerido y aligera el flujo de retorno previniendo la cavitación.
- Actuador.- Formado por un actuador hidráulico y una servoválvula. El aceite a alta presión es dirigido alternativamente a ambas partes finales del pistón del actuador, con lo cual se permite el movimiento o la fuerza requerida para producir la vibración.

Electrodinámico.- Consta principalmente de:

- Oscilador eléctrico sinusoidal.- Su función es producir una señal eléctrica sinusoidal de frecuencia variable y con una determinada magnitud.
- Excitador electrodinámico.- Se encarga de transformar la señal eléctrica (producida por el oscilador) a un movimiento o vibración (señal mecánica), el cual se aprovechará para excitar el sistema que se desea estudiar.



c) Amplificador.- Dependiendo del tamaño del excitador electrodinámico que se utilice (el cual depende de la masa del sistema que se desea excitar), puede o no, ser necesaria la amplificación de la señal eléctrica proveniente del oscilador.

Dada la gran variedad y tamaños de los excitadores electrodinámicos existentes en el mercado, el equipo de excitación electrodinámico resulta ser el más versátil actualmente, ya que es fácilmente adaptable a cualquier sistema mecánico bajo estudio y además se le puede excitar en un amplio rango de frecuencias.

EQUIPO A UTILIZAR.

- Videogradora.
- Televisión.
- Equipo para análisis de vibración.
- Equipo para generación de vibración.

PROCEDIMIENTO.

- Se proyectarán videograciones donde se ilustrará el funcionamiento de los principales equipos utilizados en el campo de las vibraciones, así como, las distintas aplicaciones de los mismos.
- Se mostrarán físicamente:
 - Equipos para análisis de vibración.
 - Equipos para producción de vibración.

REPORTE.

- Investigar sobre los equipos más modernos utilizados tanto para el análisis, como para la producción de vibración.
- Elaborar un esquema de la instrumentación necesaria para medir y analizar la vibración de la máquina que indique el maestro.
- Elaborar un esquema de la instrumentación necesaria para producir vibración en la aplicación que el maestro indique.

BIBLIOGRAFIA.

- * MECHANICAL VIBRATION & SHOCK MEASUREMENTS
Jens Trampe Broch
Bruel & Kjaer
- * VIBRATION ANALIZER/BALANCER
Operation Manual
PMC/BETA
- * SHOCK AND VIBRATION HANDBOOK
Harris
Mc. Graw Hill

PRACTICA IX. TEOREMA DE FOURIER.

OBJETIVO.

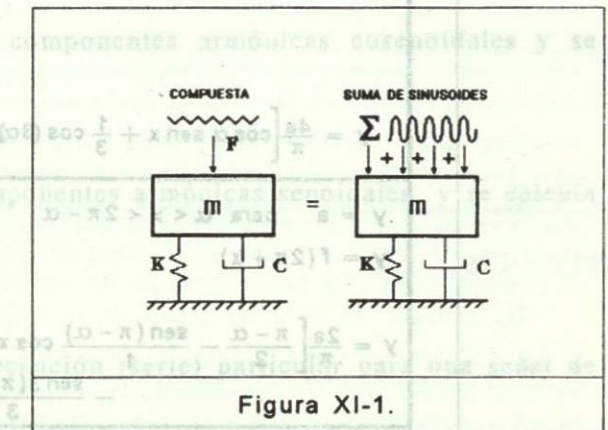
Determinar las componentes armónicas de una señal periódica.

INTRODUCCION.

El Análisis de Fourier es una de las más importantes herramientas conceptuales de la ingeniería actual. En el campo de las vibraciones se aplica principalmente en dos circunstancias:

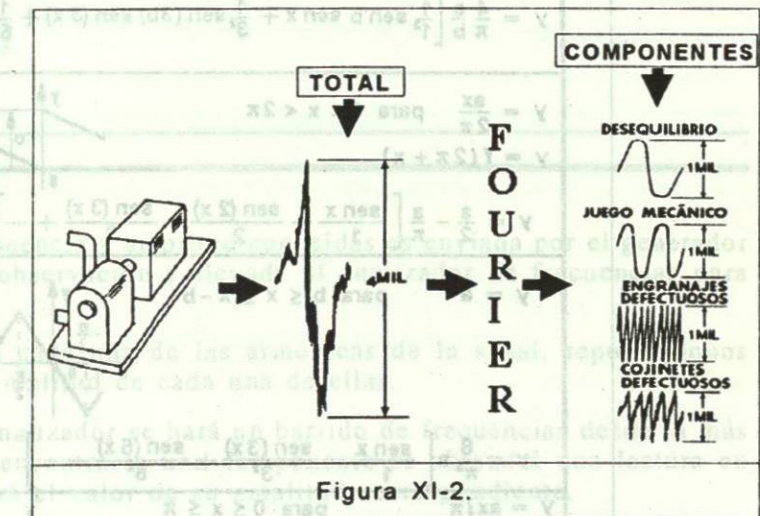
a).- Facilitar el análisis teórico de sistemas forzados por fuerzas periódicas.

Aplicando el análisis de Fourier a la fuerza periódica que actúa sobre el sistema analizado, se transforma ésta a una serie de señales sinusoides, lo que permite, considerando sistemas lineales, utilizar el principio de superposición de efectos, con lo que en lugar de manejar ecuaciones matemáticas complicadas se hará el análisis para las principales componentes sinusoides y luego sumando los resultados se obtendrá el comportamiento debido a la señal compuesta. Lo anterior implica cambiar complejidad matemática por repetitividad de cálculos simples matemáticamente.



b).- Análisis de vibración experimental en maquinaria.

La maquinaria industrial genera vibraciones complejas o "Totales", las cuales son producidas por las fuerzas generadas por los diferentes elementos de la máquina y que actúan al mismo tiempo. Estas vibraciones pueden ser captadas mediante equipos de medición en la estructura o preferentemente en las chumaceras.

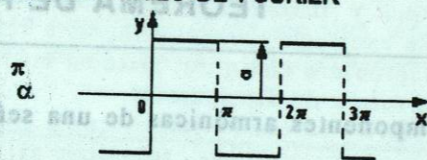


Utilizando un analizador de vibraciones, el cual realiza electrónicamente el análisis de Fourier, se puede descomponer la señal de vibración "Total" en sus componentes o armónicas (sinusoides), lo que permite al ingeniero realizar un juicio del fenómeno vibratorio en la máquina y poder deducir los problemas o fallas de la misma.

1020125023

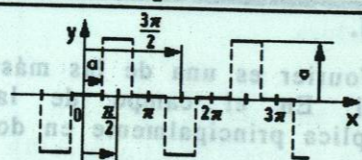
TABLAS DE DESARROLLO EN SERIES DE FOURIER

$y = a$ para $0 < x < \pi$
 $y = -a$ para $\pi < x < 2\pi$



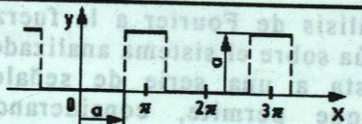
$$y = \frac{4a}{\pi} \left[\text{sen } x + \frac{\text{sen}(3x)}{3} + \frac{\text{sen}(5x)}{5} + \dots \right]$$

$y = a$ para $\alpha < x < \pi - \alpha$
 $y = -a$ para $\pi + \alpha < x < 2\pi - \alpha$



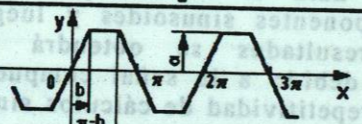
$$y = \frac{4a}{\pi} \left[\cos \alpha \text{sen } x + \frac{1}{3} \cos(3\alpha) \text{sen}(3x) + \frac{1}{5} \cos(5\alpha) \text{sen}(5x) + \dots \right]$$

$y = a$ para $\alpha < x < 2\pi - \alpha$
 $y = f(2\pi + x)$



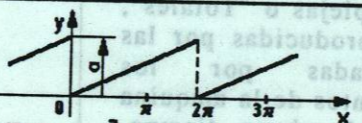
$$y = \frac{2a}{\pi} \left[\frac{\pi - \alpha}{2} - \frac{\text{sen}(\pi - \alpha)}{1} \cos x + \frac{\text{sen} 2(\pi - \alpha)}{3} \cos(2x) - \frac{\text{sen} 3(\pi - \alpha)}{5} \cos(3x) + \dots \right]$$

$y = ax/b$ para $0 \leq x \leq b$
 $y = a$ para $b \leq x \leq \pi - b$
 $y = a(\pi - x)/b$ para $\pi - b \leq x \leq \pi$



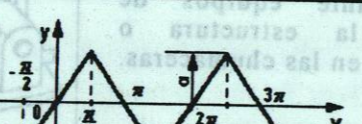
$$y = \frac{4}{\pi} \frac{a}{b} \left[\frac{1}{1^2} \text{sen } b \text{sen } x + \frac{1}{3^2} \text{sen}(3b) \text{sen}(3x) + \frac{1}{5^2} \text{sen}(5b) \text{sen}(5x) + \dots \right]$$

$y = \frac{ax}{2\pi}$ para $0 < x < 2\pi$
 $y = f(2\pi + x)$



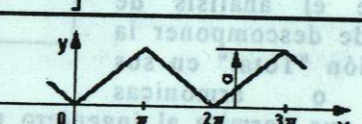
$$y = \frac{a}{2} - \frac{a}{\pi} \left[\frac{\text{sen } x}{1} + \frac{\text{sen}(2x)}{2} + \frac{\text{sen}(3x)}{3} + \dots \right]$$

$y = a$ para $b \leq x \leq \pi - b$



$$y = \frac{8}{\pi^2} a \left[\frac{\text{sen } x}{1^2} - \frac{\text{sen}(3x)}{3^2} + \frac{\text{sen}(5x)}{5^2} - \dots \right]$$

$y = ax/\pi$ para $0 \leq x \leq \pi$
 $y = a(2\pi - x)/\pi$ para $\pi \leq x \leq 2\pi$
 $y = f(2\pi + x)$



$$y = \frac{a}{2} - \frac{4a}{\pi^2} \left[\frac{\text{sen } x}{1^2} + \frac{\text{sen}(3x)}{2^2} + \frac{\text{sen}(5x)}{5^2} + \dots \right]$$

Figura XI-3.

TEOREMA DE FOURIER.

Todo movimiento periódico de frecuencia "f" no sinusoidal representado por una curva cualquiera, puede considerarse como la suma algebraica de un término constante y de una serie de funciones sinusoidales de frecuencia f, 2f, 3f... de la forma:

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos n \omega t + b_n \text{sen } n \omega t]$$

Donde:

$\frac{a_0}{2}$ representa el área promedio bajo la curva, siendo a_0 igual a

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) dt$$

a_n representa la amplitud máxima de las n componentes armónicas cosenoidales y se determina con

$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos n \omega t dt$$

b_n representa la amplitud máxima de las n componentes armónicas senoidales y se calcula con

$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \text{sen } n \omega t dt$$

Con estas ecuaciones se puede determinar la ecuación (serie) particular para una señal de interés.

En la figura IX-3 se presenta una tabla de las series de fourier de formas de onda comunes.

EQUIPO A UTILIZAR.

- 1.- Generador de señales.
- 2.- Osciloscopio.
- 3.- Analizador de frecuencias.
- 4.- Graficador.

PROCEDIMIENTO.

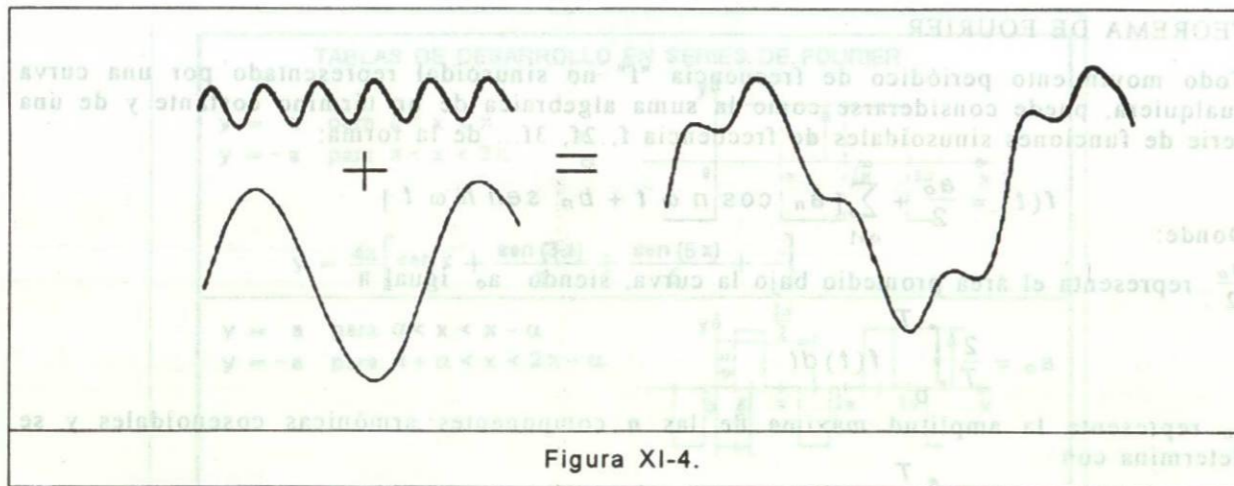
Una señal con características de frecuencia y amplitud conocidas es enviada por el generador de señales al osciloscopio para su observación y llevada al analizador de frecuencias para el análisis en cuestión.

El analizador de frecuencias separa cada una de las armónicas de la señal, reportándonos las características de frecuencia y amplitud de cada una de ellas.

Con el selector de frecuencias del analizador se hará un barrido de frecuencias desde la más baja posible, de tal manera que al encontrarse una componente se obtendrá una lectura en la carátula medidora la cual nos dará el valor de su amplitud correspondiente.

El analizador de frecuencias puede trabajar automáticamente, es decir, puede hacer un barrido con el selector de frecuencias sin necesidad de operarlo manualmente; el analizador se sincroniza al graficador y este nos reporta gráficamente la amplitud de todos los armónicos a sus respectivas frecuencias.

La suma algebraica de la amplitud de los armónicos en un punto cualquiera debe ser aproximadamente igual en magnitud a la amplitud de la señal analizada.



REPORTE.

- 1.- Indicar las características de la señal analizada.
- 2.- Calcular teóricamente la serie de Fourier de la señal analizada.
- 3.- Determinar experimentalmente las componentes de la señal analizada mediante un analizador de frecuencias.
- 4.- Compare los valores teóricos y los prácticos.
- 5.- Dibuje la forma de la señal analizada y la de sus componentes.

BIBLIOGRAFIA.

- * MANUAL DE FORMULAS TECNICAS.
Kurt Gieck.
Ed. Alfaomega
- * ANALISIS DE FOURIER
Hwei P. Hsu
Fondo Educativo Interamericano.

PRACTICA X EL ANALIZADOR DE VIBRACIONES Y EL REPORTE DE VIBRACIONES

OBJETIVOS.

Los objetivos de esta práctica son:

- 1.- Describir las partes y la operación del analizador de vibraciones.
- 2.- Describir la información a registrar en un reporte de Vibración.
- 3.- Realizar medidas de totales de vibración en un sistema mecánico y elaborar reporte.

INTRODUCCION.

Al tener una falla, una máquina presenta síntomas, tales como, elevación de temperatura de operación, vibración, ruido, etc.

Generalmente la vibración de una máquina aumenta cuando algún elemento de ella tiene una falla. Cada una de dichas fallas produce fuerzas dinámicas de acuerdo a su origen y en consecuencia producirán vibraciones que se distinguirán unas de otras por su amplitud, su frecuencia y su dirección.

Por lo anterior, si el ingeniero observa la historia en el tiempo (amplitud vs. tiempo) de la vibración total, esto no bastará para determinar la causa, puesto que, lo que vé es la suma en el tiempo de las diferentes vibraciones producidas por los diferentes elementos y fallas de la máquina.

Por lo tanto la vibración "Total" debe descomponerse en cada una de sus componentes armónicas (espectro), con lo que se tendrá la información necesaria para determinar las fallas, la cual debe registrarse en un reporte.

El instrumento que nos proveerá de dicha información es el "Analizador de Vibraciones", también conocido como analizador de frecuencias o analizador de Fourier.

EL ANALIZADOR DE VIBRACIONES.

El analizador de vibraciones es un instrumento con el cual podemos efectuar las siguientes funciones:

- a) Medición de vibración en totales.- La medición de totales de vibración produce como resultado un solo número que da idea de la intensidad de la vibración, se obtiene cuando no se utilizan los filtros de frecuencias del analizador.
- b) Análisis de frecuencias.- Se efectúa utilizando los filtros de frecuencias los cuales descomponen la señal de vibración en cada una de sus componentes armónicas (Fourier). Con ello obtenemos la amplitud y frecuencia de cada componente, lo cual se conoce como espectro de frecuencias de la vibración.
- c) Balanceo Dinámico.- El analizador puede ser utilizado para balanceo dinámico si posee una lámpara estroboscópica.
- d) Medición de velocidad (R.P.M.).- El analizador puede también actuar como un oscilador de señales eléctricas y esta característica unida a la lámpara estroboscópica nos permite medir las velocidades de giro (R.P.M.) de los sistemas rotativos.

EL REPORTE DE VIBRACIONES.

Un buen analista efectúa buenos registros de sus lecturas. Esto ayuda a evitar confusión y provee un registro histórico para futuras referencias.

Con el propósito de simplificar el registro de datos para el análisis, se recomienda el uso de una forma estandarizada, tal como la que se muestra en la Figura X-1. Dicha forma sirve para registrar toda la información normalmente requerida.

Para identificar los puntos donde se tomarán las lecturas de vibración, es necesario elaborar un diagrama completo de la máquina, donde se muestren los componentes esenciales incluyendo partes motoras y movidas, accesorios, velocidad de rotación, capacidad y cualquier información adicional que sea útil.

Además como puede observarse en la Figura X-1, debe incluirse un espacio en el cual se identificará el tipo de máquina, marca, número de serie, localización, fecha de análisis y otros detalles que distinguen a una máquina de otra quizá idéntica.

El formato debe incluir espacios para vaciar la información obtenida tanto al efectuar la medida de totales, como al llevar a cabo el análisis de vibración (obtención de componentes armónicas).

EQUIPO A UTILIZAR.

- 1.- Analizador de vibraciones.
- 2.- Formato de reporte de vibración.

PROCEDIMIENTO.

- A) El instructor describirá la operación del analizador de vibraciones a utilizar, para lo cual indicará cuál es la función de cada uno de los controles y medidores.
- B) El instructor indicará como utilizar la Forma para Registro de Datos de Vibración (Reporte) y la información que debe vaciar en ésta.
- C) El alumno efectuará medidas de totales de vibración en el sistema mecánico indicado por su instructor.
- D) El alumno utilizará el analizador de vibraciones como medidor de velocidad (R.P.M.) en el sistema mecánico indicado por su instructor.

REPORTE.

- 1.- Elabore un diagrama de bloques indicando las partes más importantes de un analizador de vibraciones.
- 2.- Elabore un dibujo del analizador utilizado en la práctica, indicando claramente la localización y función de cada uno de los medidores y controles que contiene.
- 3.- Elabore el reporte de vibración de totales de la máquina analizada.
- 4.- Elabore un diagrama del sistema al cual se midió la velocidad (R.P.M.) indicando el resultado obtenido.

PRÁCTICA IX

HISTORIA VIBRACIONES	
FECHA:	
MAQUINA:	
NOMBRE:	
LOCALIZACION:	
INSTRUMENTO MODELO:	
No. SERIAL:	
ANALIZO:	

SIMBOLO	IDENTIFICACION
→	PUNTO CAPTACION
X	CHUMACERAS
⊗	BALEROS
—	COPLAS

POSICION CAPTADOR	ONDA TOTAL	A R M O N I C A S											
A	H												
	V												
	A												
B	H												
	V												
	A												
C	H												
	V												
	A												
D	H												
	V												
	A												
E	H												
	V												
	A												

Figura X-1.- Hoja de Registro Típica.

BIBLIOGRAFIA.

- * APUNTES DE VIBRACIONES MECANICAS II.

Ing. Fernando J. Elizondo G.

F.I.M.E./U.A.N.L.

- * MECHANICAL VIBRATION AND SHOCK MEASUREMENTS.

Jens Trampe Broch.

Bruel & Kjaer.

- * VIBRATION ANALYZER/ BALANCER

Operation Manual.

PMC/BETA.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
A
B
C
D
E

Figura X-1 - Hoja de Registro Típica

PRACTICA XI ANALISIS DE VIBRACION

OBJETIVO.

Diagnosticar las fallas en un sistema mecánico por medio de análisis de vibración.

INTRODUCCION.

Un hecho cierto acerca de la maquinaria rotativa es que las únicas señales de falla apreciables sensorialmente en el exterior son la vibración y la temperatura.

Es normal que una máquina tenga algún nivel mínimo de vibración debido a los errores geométricos de manufactura y a los materiales de sus componentes mecánicos. Cuando esta vibración empieza a crecer es una clara señal de que los componentes empiezan a tener degradación mecánica. Si la vibración llega a ser excesiva, existe un problema serio dentro de la máquina que requiere inmediata corrección y por lo tanto la detección de la vibración es una herramienta útil para rastrear el grado de desgaste de los elementos mecánicos que integran la máquina e inclusive un buen análisis de vibración podría precisar el elemento causante del problema antes de llegar a tener una falla permanente.

El costo de los paros en la producción que se dan fuera de programa han crecido drásticamente en años recientes. Como consecuencia, el programa de mantenimiento se ha convertido en un factor muy importante para lograr utilidades en la empresa. Ya no es posible proceder con la vieja máxima de "dale hasta que se trueque".

Muy comunmente las máquinas desarrollan problemas después de inspecciones de rutina (mantenimiento preventivo) en las cuales no se reensamblan adecuadamente las piezas o se introduce inadvertidamente contaminación (polvo, humedad, cuerpos extraños), etc.

TOLERANCIAS DE VIBRACION.

Actualmente la vibración está siendo estudiada y clasificada por dos motivos:

1).- El mantenimiento predictivo.

2).- La aceptación de maquinaria nueva.

En ambos casos se presenta la siguiente pregunta: ¿Cuándo la vibración llega a ser excesiva? Para contestar es necesario tener una referencia de niveles de vibración permisibles.

Podemos definir que los niveles de vibración permisibles son aquellos valores estadísticos satisfactorios, obtenidos y probados por la experiencia.

Desde luego lo más recomendable es que el propio ingeniero de mantenimiento establezca sus propias tolerancias para una máquina en particular, lo cual sobrevendrá con la experiencia y las historias de vibración que realice.

En ausencia de información particular de una máquina pueden utilizarse "Tablas de Tolerancias" las cuales se crean en base a estadísticas, existiendo diferentes tablas para diferentes casos. Por ejemplo la gráfica Rathbone mostrada en la Figura XI-1 sigue un criterio de una compañía de seguros.

Por otra parte existe otra gráfica de tolerancias basada en la experiencia profesional, sin intenciones de utilidad económica, para maquinaria en general (ver Figura XI-2). Esta puede utilizarse en plantas industriales cuando no existe información histórica sobre las máquinas.