

TACÓMETROS

(Medición de Frecuencia Rotacional)

EL TACÓMETRO

Es un dispositivo que mide frecuencia de rotación de un elemento bajo operación dinámica ó velocidades de superficies y extensiones lineales. Son utilizados para una gran diversidad de usos industriales, ya sea en motores eléctricos, de combustión interna, molinos, bandas transportadoras, turbinas, etc.

El uso del tacómetro es muy útil en procesos en donde se desea conocer y controlar la frecuencia de rotación, permiten al operario saber cuando hay una pérdida o fluctuación, que puede indicar un problema serio y adicionalmente le permitirá operar la máquina en intervalos de seguridad confiables y óptimos de eficiencia previamente establecidos.



FRECUENCIA ROTACIONAL



Número de revoluciones divididas por el tiempo. La designación de revoluciones por minuto (r/min) y revoluciones por segundo (r/s) son ampliamente usados en las especificaciones de maquinaria rotativa. La abreviaciones dependen del lenguaje utilizado, como en el inglés rev/min y rpm (revoluciones por minuto) y rev/s y rps (revoluciones por segundo) en francés tr/min (vueltas por minuto) y tr/s (vueltas por segundo) que no son recomendados.

La Tabla 1 muestra magnitudes, unidades y su aplicación en las diferentes áreas de la metrología, considerando la definición anterior se puede establecer que la magnitud de frecuencia de rotación pertenece a la sección de magnitudes y unidades de fenómenos periódicos y relacionados, el cual se encuentra establecido por el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Somos su Relevo a la Calidad

La Guía MetAs, es el boletín periódico de MetAs & Metrologos Asociados.

En *La Guía MetAs* se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs & Metrologos Asociados, que deseamos compartir con nuestros colegas, usuarios, clientes, amigos y con todos aquellos relacionados con la metrología técnica e industrial.

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro
49 000, Cd. Guzmán, Zapotlán El Grande, Jalisco, México
Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23 & 4 14 69 12 on tres líneas
E-mail: guiametas@metas.com.mx. Web: www.metas.com.mx

Servicios Metrológicos:

Laboratorio de Calibración:

Presión, Alto Vacío, Temperatura, Humedad, Eléctrica y Vibraciones

Ingeniería:

Selección de equipos, Desarrollo de Sistemas de Medición y Software, Reparación y Mantenimiento

Gestión Metrológica:

Subcontratación de Servicios, Outsourcing, Selección de Proveedores, Confirmación Metrológica

Consultoría:

Capacitación, Entrenamiento, Asesoría, Auditorías, Ensayos de Aptitud, Sistemas de Calidad

Calibración de Tacómetros

Área de Aplicación en Metrología.	Magnitud	Símbolo	Nombre de la unidad	Símbolo internacional de la unidad
Magnitudes y unidades de espacio y tiempo	Velocidad angular	ω	radián por segundo	rad/s
Magnitudes y unidades de fenómenos periódicos y relacionados	Frecuencia de rotación	n	Segundo a la menos uno	s ⁻¹
	Frecuencia angular	ω	radián por segundo	rad/s
Magnitudes y unidades acústicas	Frecuencia angular	ω	radián por segundo	rad/s
	Frecuencia	f, v	hertz	Hz

Tabla 1

Si clasificamos por principio de operación los tacómetros, podemos establecer dos grandes grupos, los de contacto y no-contacto. El tacómetro de contacto utiliza un elemento acoplador entre el elemento bajo rotación y el mismo instrumento de medición, con lo cual le permite activar un mecanismo interno y dependiendo del principio de medición que puede ser mecánico, óptico o electrónico tipo drag-type, dependerá el alcance de operación del mismo.

Tacómetros de no-contacto o llamados también ópticos, utilizan una fuente de luz que apunta hacia el objeto en rotación, en donde previamente se ha colocado una cinta reflejante para que emita pulsos de luz hacia el foto sensor que tiene el tacómetro, este sensor genera señales eléctricas cada vez que recibe un pulso (esto indica que el elemento ha completado un ciclo de rotación), dichas señales son enviadas a un contador previamente acondicionado, el cual desplegará en el indicador del tacómetro.

En la tabla 2 se muestran los alcances de medición especificados por algunos fabricantes de tacómetros.

Se puede observar que la frecuencia de rotación más baja corresponde a un tacómetro de contacto, el cual obviamente corresponde al alcance de medición más pequeño

Modelo	Marca	Contacto	Óptico	Alcance (min ⁻¹)
a	Fabricante 1	x	x	30 - 30 000
b		x	x	30 - 30 000
a	Fabricante 2		x	05 - 99 999
b			x	100 - 99 999
c			x	10 - 99 999
a	Fabricante 3		x	5 - 100 000
b		x		0,5 - 20 000
c		x	x	5 - 100 000

Tabla 2

CALIBRACIÓN DE TACÓMETROS

Un proceso simple de la calibración de tacómetros requiere generalmente del uso de instrumentos para la generación de la magnitud física a medir, pero al igual que en otras magnitudes esta puede ser realizada por “simulación”, y por “reproducción” del fenómeno físico, y para ambos casos se realiza el método de comparación directa.

CALIBRACIÓN DE FRECUENCIA DE ROTACIÓN UTILIZANDO “SIMULACIÓN ELECTRO-ÓPTICA”

Cuando se opta por la calibración de tacómetros tipo no-contacto utilizando “simulación electro-óptica”, es decir se toma como base de generación una lámpara estroboscópica, equipo que envía impulsos luminosos por periodos de tiempo cortos y a una frecuencia predeterminedada, el equipo bajo calibración y el patrón de referencia son colocados de tal manera que ambos se encuentran simultáneamente midiendo dichos pulsos luminosos, dicho proceso de calibración considera los siguientes elementos de influencia que intervienen durante el proceso de medición: patrón de referencia, la estabilidad de la fuente generadora de los impulsos (que se vera reflejado en la repetibilidad) y la resolución del instrumento bajo calibración..

Es importante señalar que cuando se calibra un tacómetro bajo las condiciones anteriormente indicadas, lo que se esta evaluando del tacómetro es su base de tiempo que esta directamente relacionada con valores establecidos de tiempo de apertura de la puerta, o también llamado tiempo de medida, podemos entonces observar que algunos fabricantes si proporcionan dicho valor o simplemente la omiten, pero proporcionan la de tiempo de muestro que esta directamente ligada con la base de tiempo.

“Simulación Electro-Óptica”

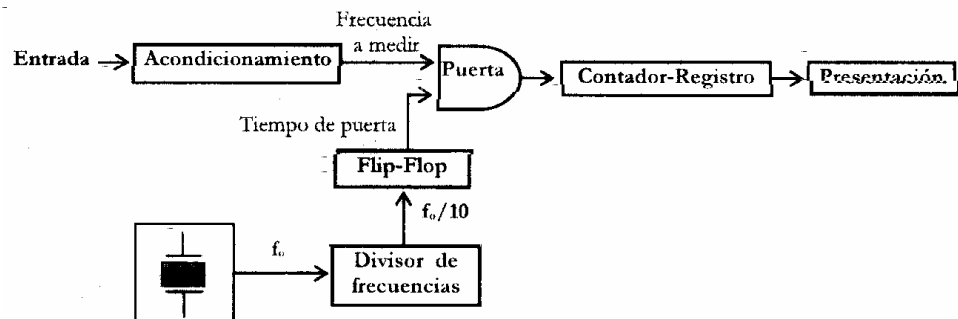


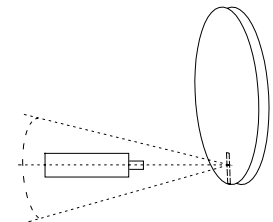
Diagrama de bloques de un tacómetro convencional

La ventaja de dicho método de calibración estan básicamente en:

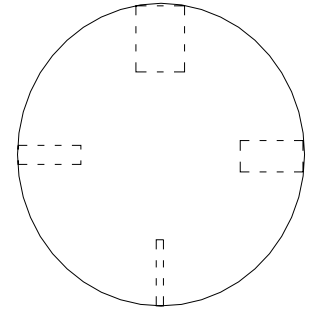
- ✓ Alcance de calibración amplio ($200 \text{ min}^{-1} \geq 20\,000 \text{ min}^{-1}$),
- ✓ Facilidad y rapidez con que se pueden generar los puntos de medición,
- ✓ Estabilidad de la generación (depende de los equipos de referencia),
- ✓ Tiempo de calibración (relativamente corto).

Considerando los anteriores aspectos, se mencionan a continuación algunos magnitudes de influencia que no se encuentran incluidos dentro de una calibración de “simulación electro-óptica”:

- ✓ Ángulo y distancia del tacómetro sobre la superficie o elemento dinámico rotatorio a ser medido.



- ✓ Sensibilidad de la fuente de luz emitida desde el tacómetro, para detectar el elemento de referencia (cinta reflejante), en este caso hablamos del espesor de dicha cinta.
- ✓ Limitación para medición a baja frecuencia de rotación ($< 200 \text{ min}^{-1}$),



Disco de rotación con cinta reflejante de diferentes espesores

- ✓ Con lo anterior, no es posible determinar un error de ajuste ya que las magnitudes de influencia no consideradas, si afectan la lectura de medición del equipo bajo calibración.

“Reproducción Mecánica”

CALIBRACIÓN DE FRECUENCIA DE ROTACIÓN REPRODUCIENDO LA MAGNITUD CON UN “SISTEMA DE GENERACIÓN MECÁNICO”

Cuando se opta por la calibración de tacómetros tipo no-contacto o contacto, utilizando “sistema de generación mecánico”, es decir se reproduce el fenómeno físico bajo medición, se presentan las siguientes ventajas:

- ✓ Intervalo de calibración (1 min^{-1} a $\leq 10\,000 \text{ min}^{-1}$),
- ✓ Estabilidad de la generación (depende de los equipos de referencia),
- ✓ Se puede determinar el error de ajuste, de acuerdo a su forma de operación final del equipo bajo medición,
- ✓ Se consideran los aspectos de fricción, cuando se calibra de modo de contacto,
- ✓ Se puede conocer información adicional respecto al calibrando, tales como ángulo máximo de medición, distancia máxima y mínima de operación.



Las desventajas de la calibración de tacómetros utilizando un sistema que reproduzca la magnitud se encuentra en básicamente en el propio sistema de generación, ya que en su diseño se deberán considerar los siguientes aspectos:

- ✓ Potencia adecuada para evitar fluctuaciones de la frecuencia de rotación cuando se utilice en modo de contacto,
- ✓ Estabilidad del sistema de generación, para lo cual se requiere de motores y sistemas de transmisión especiales.
- ✓ Se requieren de al menos de tres sistemas para cubrir el alcance de calibración de 1 min^{-1} a $10\,000 \text{ min}^{-1}$.

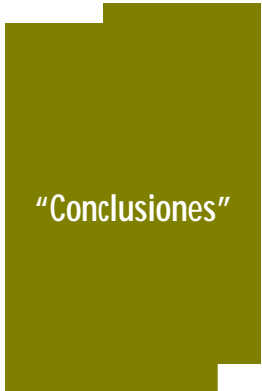
CONCLUSIONES

Para considerar la calibración de un tacómetro, es necesario efectuar una evaluación de la forma en que será su aplicación final, si es de contacto, no-contacto, o por frecuencia rotacional a medir o monitorear.

Para medir altas frecuencias de rotación (mayores a 10 000 min⁻¹), lo recomendable es utilizar un tacómetro calibrado por un sistema de “simulación electro-óptica”. Pero si lo utilizamos para molinos, bandas transportadoras o todos aquellos elementos rotatorios con frecuencias de rotación menores incluso de 3 400 min⁻¹, lo recomendable es utilizar para su calibración un sistema que “reproduzca la magnitud” a ser evaluada.

Es importante señalar que la utilización del tacómetro en la industria, se encuentra limitado a sistemas o elementos mecánicos de rotación que permitan el área de visualización o de contacto para poder utilizar dicho equipo, la mayoría de los equipos que trabajan por encima de la frecuencia de rotación de 3 400 min⁻¹ tienen protecciones por razones de seguridad.

Si el requerimiento es utilizar el tacómetro en un alcance amplio, lo más recomendable es calibrar el equipo con ambos métodos. En la tabla 3 se muestran un resumen de las magnitudes de influencia que consideran ambos métodos.



Método	Alcance de Calibración	Ángulo	Sensibilidad	Estabilidad de generación	Determinación de error de ajuste
Simulación electro-óptica	200 min ⁻¹ a ≥ 20 000 min ⁻¹	NO	NO	MEJOR	CON RESTRICCIONES
Reproducción mecánica	1 min ⁻¹ a ≤ 10 000 min ⁻¹	SI	SI	BUENO	MEJOR

Tabla 3

Para la calibración de lámparas estroboscópicas, se requiere de un sistema de medición óptico, la calibración es por medición directa.

REFERENCIAS

AS432-B (1996) (Tachometers Instruments (Indicator and Generator)) Aerospace Standard CENAM, El Sistema Internacional de Unidades (SI), Área de Metrología Mecánica, Centro Nacional de Metrología, Querétaro, Qro. México.

González de la Rosa, J.J. S. de la Jara, González Gallero (2001), Frecuencímetro electrónico virtual de precisión con ajuste automático del modo de operación. Escuela Politécnica Superior de Algeciras.

Vega, Hugo, N. (2002) Sistema de Calibración de Tacómetros, Residente Prácticas Profesionales ITCG, MetAs & Metrólogos Asociados.Cd. Guzmán Jalisco, México

Martínez J.C., Avila M.(2004) Rediseño e Implementación de Sistema para Calibración de Tacómetros, Residente Prácticas Profesionales ITCG, MetAs & Metrólogos Asociados.Cd. Guzmán Jalisco, México

Velasco, R. (2003). Procedimiento MA-VIB03-01/03. Medición, verificación y validación de frecuencia de rotación. MetAs, Metrólogos Asociados, Cd. Guzmán Jalisco, México