

## DESARROLLO DE NUEVO GENERADOR DE PEQUEÑOS ÁNGULOS EN INTI - CÓRDOBA

Bellelli, Diego A.; Blasco, Marcos J.; Gastaldi, Bruno R.; Lerda, Juan M.

Metrología Dimensional y Presión - UT Metrología – Centro Regional Córdoba

gastaldi@inti.gov.ar

### INTRODUCCIÓN

La industria nacional posee y utiliza patrones e instrumentos angulares en su proceso productivo, por ejemplo; mesas rotativas, inclinómetros, niveles electrónicos, bloques y polígonos angulares. El laboratorio de metrología dimensional de INTI-Córdoba, responsable de establecer, mantener y diseminar el patrón nacional de ángulo plano debe poder calibrar dichos instrumentos y patrones adecuadamente, con una incertidumbre de medición acorde a los requerimientos actuales.

El instrumento principal del patrón nacional de ángulo plano es un generador de pequeños ángulos el cual permite la realización de la unidad de ángulo plano, el radian, del SI de unidades. La unidad de ángulo plano es trazable a la unidad longitud a través de las distancias  $h$  (cateto opuesto) y  $L$  (hipotenusa).

$$\alpha = \text{seno}^{-1}(h/L)$$

Actualmente la materialización de esta unidad se realiza con un generador del tipo “regla de senos”, donde  $L$  es la distancia entre un eje de rotación y un palpador y  $h$  se compone de bloques patrones de diferentes longitudes.

A fin de incrementar la confiabilidad y exactitud de sus mediciones el laboratorio elaboró un proyecto cuyo objetivo es el desarrollo de un nuevo generador, cuya función principal sea la calibración de autocolimadores electrónicos de alta resolución.

### OBJETIVO

Desarrollar un generador de pequeños ángulos automático con un intervalo de indicación de  $1^\circ$  y pasos de medición de  $0,1''$ , con el objetivo principal de calibrar autocolimadores electrónicos con una incertidumbre expandida menor a  $0,05''$  ( $k=2$ ). Este sistema automático contará con una interfaz gráfica de usuario, mediante la cual se podrá operar y posicionar el generador. El desarrollo permitirá reducir la incertidumbre de calibración de patrones e instrumentos angulares y además le dará al laboratorio la posibilidad de participar en comparaciones internacionales.

### DESCRIPCIÓN

El generador está constituido por los siguientes elementos principales: un palpador de alta exactitud ( $h$ ), un sistema de rotación y cuerpo principal ( $L$ ) y un sistema de control.

La exactitud del generador dependerá principalmente de una calibración adecuada del palpador ( $h$ ), de un diseño mecánico óptimo y

de un sistema de control que permita el posicionado con pasos muy pequeños ( $0,1''$ ) y reproducibles. De este modo, se dividió el proyecto total en tres desarrollos complementarios e independientes:

#### 1. Sistema automático de calibración de palpadores

El sistema automático de calibración de palpadores permite minimizar los errores introducidos por el operador e incrementar de manera significativa la cantidad de puntos de calibración. El sistema trabaja en conjunto con un calibrador dinámico laser, el cual brinda la trazabilidad requerida. “Figura 1”



Figura 1: Calibración de un palpador de manera automática

Se utilizó el banco de medición de un antiguo rugosímetro, actualmente en desuso por obsolescencia, para implementar este sistema. Este banco de medición posee un motor de CC con reducción, acoplado a un tornillo, el cual desplaza, sobre guías rectificadas, un cabezal de medición. Una placa electrónica de control posiciona el cabezal y toma la medición del palpador. De manera simultánea, dispara la captura de la medición del calibrador dinámico láser. Se anexó al extremo superior del tornillo un encoder rotativo el cual es utilizado por el sistema para realimentar la posición requerida. Por medio de una GUI se configuran parámetros inherentes a la calibración y se ejecuta la calibración automática resguardando los datos al finalizar. El intervalo de indicación del sistema es de 300 mm, con la posibilidad de realizar pasos de calibración de  $7 \mu\text{m}$ .

#### 2. Diseño mecánico del generador de pequeños ángulos

El diseño del primer prototipo del generador se encuentra actualmente en proceso de fabricación. El cuerpo principal es de aluminio.

El sistema de rotación está constituido por esferas de acero de pequeños errores de forma. El diseño permite la medición de la distancia entre el palpador y el eje de rotación (L), valor nominal de 400 mm, cuya medición deberá efectuarse con una incertidumbre menor o igual a 1  $\mu\text{m}$ .

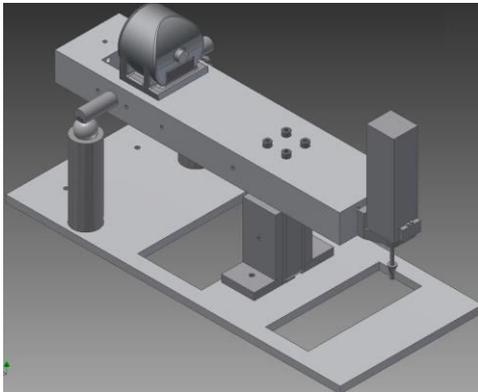


Figura 2: Modelo 3D del prototipo del generador de pequeños ángulos

### 3. Sistema de control del generador de pequeños ángulos

El sistema desarrollado está integrado por un control de posición el cual establece el valor angular del generador, el control y adquisición de forma remota por medio de comandos del instrumental involucrado y una PC que permite al usuario operar al sistema por medio de una interfaz gráfica. El instrumental involucrado en este sistema son: un autocolimador digital y una unidad de visualización y control del palpador de alta exactitud. Se desarrolló la electrónica necesaria capaz de comunicarse en tiempo real con ambos instrumentos y una PC con un puerto USB. "Figura 3".

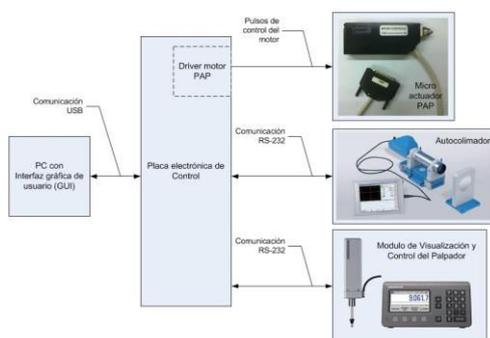


Figura 3: Diagrama descriptivo del sistema

El sistema es realimentado por medio de ambos instrumentos dependiendo del tipo de tarea que este efectuando.

El control del generador se realiza mediante un actuador lineal accionado por un motor PAP. Este actuador es capaz de controlar el generador en pasos de 50 nm (0,03''), no obstante para lograr una mayor sensibilidad de posicionado se utilizó un driver de control de

motores PAP capaz de lograr micropasos de 1/16 partes de un paso. De este modo, se alcanzó un posicionado menor a 10 nm (0,005'').

## RESULTADOS

El sistema de calibración automática de palpadores ya se encuentra operativo. En la "Figura 4" se observan los resultados de la calibración de un palpador digital marca TESA, modelo 32.10803, con pasos de control de 7  $\mu\text{m}$  en todo su intervalo de indicación,  $\pm 300 \mu\text{m}$ . La calibración del palpador del generador está pendiente de la fabricación de unos componentes de montaje del mismo.

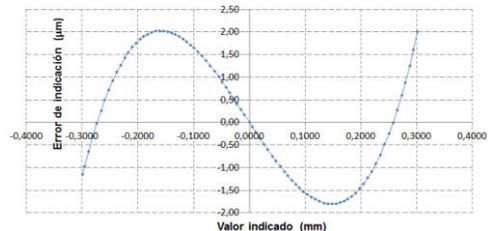


Figura 4: Calibración automática de un palpador digital

Se logró que el generador de pequeños ángulos posea un control de posicionado dentro de  $\pm 0,005''$ . Esto permitirá realizar la calibración de autocolimadores de manera automática con pasos de 0,1''. "Figura 5".

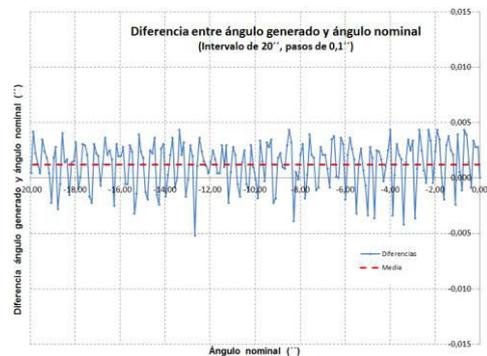


Figura 5: Posicionado del generador

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos hasta ahora permiten inferir que será posible alcanzar una incertidumbre menor a 0,05'' en la calibración de autocolimadores electrónicos de alta resolución. Esto permitirá reducir la incertidumbre de calibración de instrumentos y patrones angulares de la industria.

Una vez fabricado el primer prototipo del generador se realizará la validación de todo el sistema, lo cual incluirá: la calibración de diferentes autocolimadores, mediciones de repetibilidad y reproducibilidad y la participación en comparaciones internacionales que permitan asegurar la confiabilidad y exactitud del instrumento.