

# CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA PARA AUTOMATIZAR ENSAYOS DE FATIGA EN MATERIALES METÁLICOS POR FLEXIÓN CANTILEVER

ING. MIGUEL ANGEL AYALA LIZCANO  
ING. OSCAR EDUARDO CASTRO VILLARREAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

## RESUMEN

En el curso de Diseño de elementos de máquinas, se estudia la fatiga y las repercusiones que ella puede tener en el deterioro de los elementos metálicos, se determina como debe ser evaluada para el diseño de las partes y estructuras de una máquina. ¿Qué métodos de análisis existen?, ¿Cuáles son las máquinas utilizadas para ello? y ¿Cuáles los procedimientos adecuados para realizar los ensayos?

Pero no existe la posibilidad de ejecutar una aplicación práctica de los conocimientos adquiridos, ya que no se cuenta con los dispositivos necesarios para hacerlo. La determinación de construir una maquina para realizar ensayos de fatiga por flexión cantilever, surge de la necesidad de caracterizar y conocer las propiedades de los materiales metálicos sometidos a estado de esfuerzos de tipo cíclico. Y como respuesta al mejoramiento de la calidad de el aprendizaje en los programas de diseño e ingeniería de materiales.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los materiales metálicos en servicio en la industria metalmeccánica, con los cuales son elaboradas las diferentes piezas que componen y hacen funcionar las máquinas, estructuras y muchos elementos de uso general, se encuentran sometidos a estado de esfuerzos de tipo cíclico, generando en ellos fallas por fatiga. Este fenómeno es evaluado de diversas formas dependiendo de la manera en que se aplican las cargas, y de acuerdo a la aplicación que cada material cumple.

La fatiga de los materiales es una consideración de vital importancia en el diseño mecánico moderno, ya que la mayoría de las fallas en partes de máquinas se deben a éste fenómeno.

Los criterios de diseño y construcción de componentes metálicos deben cumplir con los requerimientos de un código de fabricación, de tal forma que garanticen un eficiente comportamiento en servicio del producto fabricado. El problema surge cuando las características del material no están totalmente determinadas por el fabricante, o el proceso de selección esta

sujeto a variables económicas, debiendo utilizar materiales elaborados en talleres locales con escasa capacidad tecnológica para determinar las características estructurales de los mismos.

Siendo la fatiga una importante propiedad de los materiales metálicos que debe ser evaluada. Ya que una mala selección de el material puede causar graves perjuicios económicos y productivos para una industria. Para la facultad de Ingeniería Mecatronica de la UNAB es importante disponer de un equipo de esta naturaleza.

Dentro de las áreas de conocimiento que posee un Ingeniero Mecatrónico de la Universidad autónoma de Bucaramanga, se encuentran las materias; Diseño de elementos de maquinas y Materiales, donde el calculo y predicción de las fallas por fatiga en materiales metálicos forma parte importante en el desarrollo del aprendizaje. Poseer la capacidad de realizar experimentación y de conocer como se realiza industrialmente un ensayo de fatiga, brindaría a los docentes y estudiantes de estas materias una herramienta importante de conocimiento.

## 2. CONSIDERACIONES INICIALES DEL DISEÑO

- Se desea construir una maquina de ensayos de fatiga por flexión rotativa cantilever o en voladizo.
- La velocidad de operación, estandarizada para los ensayos de fatiga es de 1750 rpm. Para tal fin se debe conseguir un motor eléctrico que proporcione estas prestaciones.
- Los mecanismos (trasmisiones, acoples, empotramientos y soportes), deben producir la menor cantidad de vibración, rozamiento y otros fenómenos mecánicos que afecten la confiabilidad del ensayo y la robustez de la maquina.
- El control de del encendido de la maquina, el ensayo de fatiga y su parada, se deben realizar por medio de una interfaz con el computador. De manera remota, para que ningún operario se acerque a la maquina en su etapa de servicio.

## 3. DISEÑO DEL SISTEMA MECÁNICO

Figura 1. Montaje final de la maquina



El sistema mecánico esta compuesto por el bastidor, sus soportes y respectivos empotramientos. El sistema de tracción y sujeción de la probeta y el sistema de carga.

En el diseño de los actuadores y sensores se incorporan los instrumentos necesarios para que estos dispositivos funcionen correctamente, los elementos que intervienen son en su orden el motor (figura 2), el contador de giros y de presencia

(Figura 3), las protecciones del motor, el circuito de control del motor, la interfaz entre el PC y el circuito y el programa de funcionamiento.

Figura 2. Motor

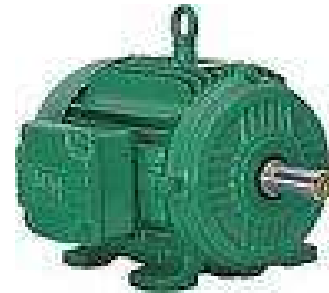


Figura 3. Sensores.



## 3. MONTAJE, FUNCIONAMIENTO Y PRUEBAS

En el momento de realizar el montaje de la probeta se debe tener en cuenta los pasos y sugerencias para aumentar la confiabilidad del ensayo y minimizar las posibilidades de que ocurra un accidente.

Para el montaje de la probeta primero es importante soltar los 3 tornillos, luego se inserta la probeta dentro del eje principal.

Figura 4. Probeta en posición



Ya teniendo ubicada la probeta se procede. Ahora se procede a ajustar la probeta por medio de los tornillos de los ejes, esto requiere un gran torque para un buen agarre, luego se coloca el contrapeso al otro lado de la probeta.

Teniendo la carga definida se procede a colocar los pesos necesarios para lograr la carga en la varilla roscada, que va insertada en el contrapeso y sujeta por medio de una tuerca.

Es importante verificar cada uno de los elementos de la máquina, revisando que se encuentren bien ajustados para no ocasionar ningún inconveniente en su funcionamiento. Se procede a revisar cada uno de los controles y a ejecutar el programa para comenzar el ensayo.

Cuando se produce la fractura, el contrapeso cae y con ello una de las partes de la probeta, por tal razón es solo cuestión de soltar los tornillos de los ejes y retirar el material, para poder realizar otro ensayo.

En el funcionamiento de la máquina se debe recalcar los procedimientos de funcionamiento, los dispositivos tanto electrónicos como mecánicos, teniendo en cuenta las tareas a desarrollar y el orden de incidencia o jerarquía, para eso contamos con el programa elaborado en LabVIEW 8.2.

El programa consiste en el manejo de las variables de entrada y salida de la tarjeta usb 6008, el elemento que conforma la entrada es el sensor, y los que conforman la salida son la señal de encendido y la señal de paro de emergencia.

En el interior del programa se manejan tanto la señal de encendido como la señal de paro de emergencia como unos interruptores, de lo que se deriva que para que el programa genere la activación del encendido es necesario que la señal del sensor indique que si se encuentra el eje alineado, que se haya activado el interruptor de encendido y que no se produzca la activación del de paro de emergencia.

Para la adquisición e interfaz de las señales utilizamos la tarjeta usb 6008 de

NATIONAL INSTRUMENTS que es el cerebro de la máquina, es el controlador encargado de recibir y emitir las señales de los actuadores y receptores, también de los indicadores que muestran el estado de la máquina, y además tiene la función de desarrollar los resultados obtenidos enmarcándolos dentro de los procedimientos respectivos.

**Figura 5. Tarjeta usb 6008.**



Los indicadores de la máquina son los elementos visibles que enseñan las principales características de funcionamiento de la máquina, como por ejemplo si se encuentra realizando un ensayo, si la probeta ha sobrepasado el límite de vida infinita, o si ya ha concluido el ensayo satisfactoriamente.

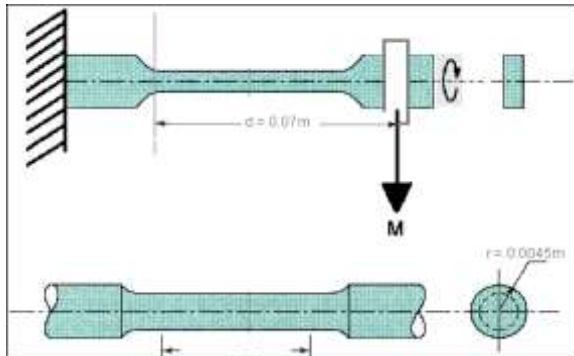
#### **4. PRUEBAS**

Se realizó una simulación, mediante ANSYS, con el fin de comprobar la fiabilidad de la máquina y su comportamiento teórico bajo carga. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios. Logrando determinar que la máquina entregaba un esfuerzo en voladizo aplicado a la probeta. Que las piezas constitutivas resistían la carga, y no sufrían deformaciones mayores o en rangos que pudiesen generar su destrucción.

Para comprobar la funcionalidad de la máquina. Se realizaron varias pruebas, tanto de duración, como de carga. La máquina fue sometida a una carga de 34.8 Kg de peso. Que equivalen a 330 Mpa. Carga suficiente para hacer fallar un acero comercial.

El esquema y distancias de aplicación de fuerzas se explica e la figura 6.

**Figura 6. Aplicación de fuerzas (Probeta)**



El mayor esfuerzo se produce en la zona de prueba de la probeta, donde esta tiene una menor sección transversal. Teóricamente la probeta debe fallar en el punto más lejano de esta sección de prueba. Se uso una probeta normalizada, elaborada en acero 1020.

La probeta fallo, luego de 19 minutos de prueba. Los mecanismos de seguridad, la parada automática y el programa de control, funcionaron como se tenía planeado.

El contador de pulsos y cronometro funcionaron perfectamente, y se detuvieron al fallar la probeta.

**Figura 7. Probeta**



En la figura 7 se aprecia una probeta que falla por la acción de la fatiga por flexión cantilever.

## 5. CONCLUSIONES

La maquina finalizada y puesta en funcionamiento esta en capacidad de cumplir con todos los requerimientos estandarizados por las normas internacionales, para realizar ensayos en materiales metálicos por flexión cantilever.

El factor de seguridad y corrección de fallas utilizado en el calculo de las piezas constitutivas de la maquina, permiten que ellas soporten las condiciones máximas de prestaciones, sin sufrir mayor deformación y calentamiento, como lo muestra la simulación en ANSYS 2008.

La interfaz gráfica permite al aperador ver que esta pasando con la máquina en tiempo real, conociendo cada uno de los parámetros y así tomar decisiones concretas en el desarrollo.

La maquina de ensayos posee características de seguridad, que le proporcionan la capacidad de ser utilizada por personal sin experticia en su manejo, para tal fin el usuario debe seguir las instrucciones consignadas en el manual de funcionamiento.

## 6. RECOMENDACIONES

Teniendo la carga definida se procede a colocar los pesos necesarios para lograr la carga en la varilla roscada, que va insertada en el contrapeso y sujeta por medio de una tuerca.

El manual de operaciones especifica el procedimiento idóneo para realizar la prueba, y la forma de adquirir los datos que arrojen las mismas.

El sistema de carga diseñado para la maquina, esta sujeto a mejora, ya que el

método utilizado, mediante un tornillo, genera fallas en la perpendicularidad de la carga con el plano de la mesa. Se deben desarrollar maniobras para proveer esta perpendicularidad, y no afectar el desarrollo de la prueba.

[13] <http://www.lantronica.com.ar>

La lubricación de los rodamientos, tanto del sistema de tracción, como del motor, deberá realizarse periódicamente, teniendo en cuenta la sollicitación de la maquina.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Robert Norton. Diseño de maquinas
- [2] American Society for Testing and Materials (ASTM E466, E1049, E1150)
- [3] Bernard Hamrock. Elementos de maquinas. Edicion 2000 Mc Graw Hill.
- [4] Stphen J. Chapman. Maquinas eléctricas. Tercera edición. Mc Graw Hill.
- [5] James F. Shakelford, Alfredo Quemes. Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros. Cuarta edición. Mc Graw Hill.
- [6] López Cuellar E. Diseño de una maquina de fatiga para el estudio de alarmes metálicos 2002.
- [7] Muhammad H. Rashid. Electrónica de potencia. Circuitos, dispositivos y aplicaciones. Ed. Pearson Education.
- [8] Robert L Mott. Resistencia de materiales aplicada. Tercera edición.
- [9] Vedia Svoboda. Ensayos industriales, fatiga Dpto. de Ingeniería Mecánica y Naval, Universidad de Buenos Aires. 2005.
- [10] <http://www.etk.com/>
- [11] <http://www.zwick.es/>
- [12] <http://www.directindustry.es>