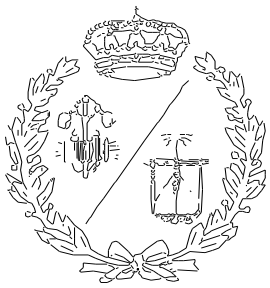
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto / Trabajo Fin de Carrera

DETECCIÓN DE FALLOS DURANTE EL PROCESO DE FABRICACIÓN EN CARCASAS INDUCTORAS DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA MEDIANTE ANÁLISIS TERMOGRÁFICO

(Failure detection during manufacturing process in inductor housing of direct current starters through thermographic analysis)

Para acceder al Titulo de

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ESPECIALIDAD ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

Autor: Jesús Gutiérrez Fernández

Junio-2014

0.- ÍNDICE

1.- Motivación del proyecto……1
2.- Termografía……8
3.- Software: LabView……..24
4.- Fuente de alimentación……..27
5.- Programa……..30
6.- Montaje experimental y metodología……41
7.- Pruebas realizadas y resultados……..48
8.- Conclusiones……..163
9.- Referencias……165

1.- MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

1.1.- Origen del proyecto

El presente estudio se plantea a raíz de un problema de capacidad productiva en una línea de fabricación. Esta línea fabrica diferentes catálogos de carcasas inductoras, que después se montan en otra línea en motores de arranque para vehículos industriales. Los diferentes catálogos corresponden a diferentes potencias de motor o a diferentes geometrías según las necesidades de cada cliente. Las carcasas inductoras corresponden a diferentes motores de 2,2 kW, 2,3 kW, 3 kW, 4 kW, 5,5 kW y 6 kW.

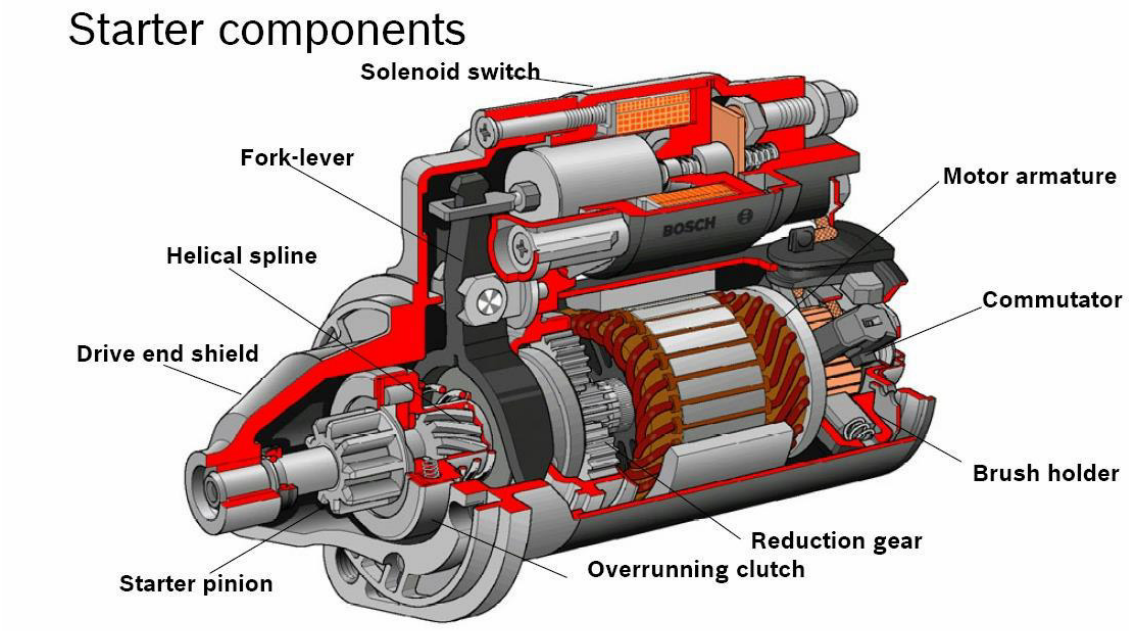


Figura 1. Corte de un motor de arranque de 4 kW [Obtenido de Robert Bosch Global Net y modificado].

1.2- *Problema de capacidad productiva*

Para los motores de mayor potencia (6 kW) se fabrican dos tipos de carcasas inductoras:

- carcasa no aislada
- carcasa aislada

Estas carcasas se fabrican manualmente, fuera del proceso automático estándar, hasta la mitad del proceso, a partir del cuál se introducen en la línea de fabricación automática. La fabricación de ésta carcasa en la línea automática es muy lenta y se necesita utilizar la línea entera cuándo en realidad sólo se está trabajando en la segunda mitad.

Reconstruyendo máquinas no utilizadas y con pequeñas inversiones se pueden hacer puestos manuales para la realización de las fases de la línea automática, quedando únicamente, y como mayor problema la construcción de un banco de control final. El objeto de éste trabajo es la solución industrial al problema que queda por resolver: un banco de control final para las carcasas inductoras.

1.3.- Necesidad de un banco de control final

Durante el proceso de fabricación de las carcasas inductoras se pueden producir defectos que impedirían un correcto funcionamiento del motor de arranque. La necesidad de un banco de control final tiene su origen en el hecho de que una carcasa dimensionalmente correcta puede tener fallos eléctricos, con lo que el campo magnético generado será insuficiente para que el motor alcance la potencia exigida. Estos fallos eléctricos pueden ser de diferente naturaleza:

- Soldaduras mal realizadas
- Bobinas cortocircuitadas

Los fallos se producen principalmente en la fase de soldadura (soldaduras mal realizadas) y en la fase bobinado (bobinas cortocircuitadas), aunque en las demás fases también se pueden producir fallos eléctricos.

1.4.- Solución planteada: Banco de termografía

Como solución al banco de control final de la carcasa inductora terminada se propone la construcción de un banco de termografía. El funcionamiento básico del banco es el de introducir una corriente continua elevada a través de la carcasa inductora y con una cámara termográfica ver el calentamiento que experimentan las bobinas.

1.5.- Razones que han llevado a ésta elección

Actualmente las cámaras termográficas tienen un precio muy asequible, y son una opción cada vez más utilizada en la industria. Se estima que el precio de éste banco será mucho menor que el del banco actual de la línea automática y que tendrá una mayor fiabilidad, siendo capaz de detectar fallos eléctricos menores que el banco actual. Todo esto redunda en una mayor calidad del producto final reduciendo los costes al máximo. La relación calidad del control – coste de máquina es lo que ha hecho de ésta solución la más apropiada.

Otro aspecto importante es la fácil extensión de éste sistema de control para otros bobinados existentes en la planta de fabricación. Si el resultado de éste banco es óptimo se implementará en las demás líneas de bobinados, siempre desde el punto de vista de mejora de la calidad y del ahorro económico.

1.6.- Producto a controlar

El banco debe ser capaz de controlar dos tipos de carcasas inductoras para motores de 6 kW, las no aisladas y las aisladas. Ambas constan de seis polos o bobinas en las que un terminal de las bobinas se

suelda a un aro equipotencial al que se le aplica una tensión por medio de una trencilla soldada también al aro.

En las carcasas no aisladas el otro terminal de las bobinas va soldado al propio núcleo magnético de las bobinas, que va soldado con la propia carcasa exterior, siendo por tanto, la carcasa exterior el segundo terminal de la carcasa inductora.

En cambio en las carcasas inductoras aisladas el segundo terminal de cada bobina se suelda a un segundo aro equipotencial, quedando dos trencillas como terminales de la carcasa inductora. En este modelo la carcasa exterior queda aislada del circuito eléctrico de la carcasa inductora.

1.7.- Datos de partida proporcionados por el cliente

El cliente proporciona unos patrones de carcasas que componen un muestrario de los diferentes fallos potenciales que se pueden producir en la línea de fabricación. Éstos son, fallos de una vuelta menos, dos vueltas menos y tres vueltas menos, en cada una de las seis posiciones de los polos y para los dos catálogos de carcasas (aisladas y no aisladas).

	BOBINAS						
CARCASA Nº	1	2	3	4	5	6	
1	1 VUELTA MENOS	OK	OK	OK	OK	OK	AISLADAS
2	OK	1 VUELTA MENOS	OK	OK	OK	OK	
3	OK	OK	1 VUELTA MENOS	OK	OK	OK	
4	OK	OK	OK	1 VUELTA MENOS	OK	OK	
5	OK	OK	OK		1 VUELTA MENOS	OK	
6	OK	OK	OK	OK	OK	1 VUELTA MENOS	
7	2 VUELTAS MENOS	OK	OK	OK	OK	OK	
8	OK	2 VUELTAS MENOS	OK	OK	OK	OK	
9	OK	OK	2 VUELTAS MENOS	OK	OK	OK	
10	OK	OK	OK	2 VUELTAS MENOS	OK	OK	
11	OK	OK	OK	OK	2 VUELTAS MENOS	OK	
12	OK	OK	OK	OK	OK	2 VUELTAS MENOS	
13	3 VUELTAS MENOS	OK	OK	OK	OK	OK	
14	OK	3 VUELTAS MENOS	OK	OK	OK	OK	
15	OK	OK	3 VUELTAS MENOS	OK	OK	OK	
16	OK	OK	OK	3 VUELTAS MENOS	OK	OK	
17	OK	OK	OK	OK	3 VUELTAS MENOS	OK	
18	OK	OK	OK	OK	OK	3 VUELTAS MENOS	
19	CARCASA CORRECTA						
20	1 VUELTA MENOS	OK	OK	OK	OK	OK	NO AISLADAS
21	OK	1 VUELTA MENOS	OK	OK	OK	OK	
22	OK	OK	1 VUELTA MENOS	OK	OK	OK	
23	OK	OK	OK	1 VUELTA MENOS	OK	OK	
24	OK	OK	OK	OK	1 VUELTA MENOS	OK	
25	OK	OK	OK	OK	OK	1 VUELTA MENOS	
26	2 VUELTAS MENOS	OK	OK	OK	OK	OK	
27	OK	2 VUELTAS MENOS	OK	OK	OK	OK	
28	OK	OK	2 VUELTAS MENOS	OK	OK	OK	
29	OK	OK	OK	2 VUELTAS MENOS	OK	OK	
30	OK	OK	OK	OK	2 VUELTAS MENOS	OK	
31	OK	OK	OK	OK	OK	2 VUELTAS MENOS	
32	3 VUELTAS MENOS	OK	OK	OK	OK	OK	
33	OK	3 VUELTAS MENOS	OK	OK	OK	OK	
34	OK	OK	3 VUELTAS MENOS	OK	OK	OK	
35	OK	OK	OK	3 VUELTAS MENOS	OK	OK	
36	OK	OK	OK	OK	3 VUELTAS MENOS	OK	
37	OK	OK	OK	OK	OK	3 VUELTAS MENOS	
38	CARCASA CORRECTA						

El objetivo marcado es conseguir detectar fallos de una vuelta menos, ya que es el más típico en las carcasas no aisladas. En el proceso de bobinado, después de soldar el hilo al núcleo magnético, se bobina pasando por encima de la soldadura realizada, incrustándose el hilo en la soldadura y perdiendo una vuelta por cortocircuito.

En cualquier caso el cliente estima que la pérdida de una vuelta en una bobina es prácticamente despreciable en cuanto al flujo magnético que va a generar y, por tanto, la pérdida de potencia del motor es despreciable. El cliente quedaría satisfecho si el banco es capaz de detectar fallos de tres vueltas menos en las bobinas, que es el punto en el que se empieza a apreciar pérdida de potencia en el motor de arranque final.

1.8.- Banco actual

Las carcasas se controlan en un banco final que realiza una prueba de “excitación” y otra de “comparación”. La carcasa es sometida a una tensión de 300 voltios a 100 Hz y para superar la prueba de “excitación” la

tensión debe caer a un valor determinado. La prueba de comparación se realiza situando seis captadores (uno por polo) consistentes en un hilo arrollado y una resistencia de carga que simulan seis transformadores. En cada transformador simulado el polo de la carcasa es el primario y el captador el secundario. La tensión que cae en cada una de las seis resistencias al aplicar los 300 voltios a 100Hz debe encontrarse en un rango determinado.

El problema de esta segunda prueba es que una pequeña desviación en la colocación de un captador significa una gran variación en la tensión inducida, por lo que un desplazamiento angular o vertical de la carcasa o una gota de barniz seco en el interior de una expansión falsean la medida. Esto provoca que haya que poner unos umbrales de comparación demasiado grandes y el banco es incapaz de detectar fallos pequeños.

La primera prueba sólo detecta fallos muy grandes, como bobinas en circuito abierto o con muchas vueltas cortocircuitadas.

1.9.- Nuevo banco de termografía

El nuevo banco se basa en el calentamiento de las bobinas cuando se hace pasar a través de ellas corriente continua. Para ello utilizamos una fuente de corriente continua una cámara termográfica y un PC.

La resistencia eléctrica es ($R=\rho*(L/A)$) donde ρ es la resistividad del cobre, L la longitud y A el área de la sección. Por tanto, en una bobina con L menor tendrá menos resistencia eléctrica y la intensidad que consumirá será mayor que las demás ($I=V/R$). Esto hace que tenga que disipar mayor potencia ($P=V*I$) y se caliente más. Los parámetros ρ, A y V son constantes para cada prueba.

El banco de termografía consta de los siguientes elementos:

- Fuente de alimentación de corriente continua controlada por puerto GPIB
- Cámara termográfica para aplicaciones industriales controlada por puerto Firewire 1394
- Ordenador personal con tarjetas GPIB, Firewire y adquisición de datos
- Software: LabView 8.2

Todo el control del banco se realiza mediante un programa implementado en LabView 8.2 de National Instruments. La carcasa inductora se colocará en una cuna manualmente, y accionando un pulsador comenzará la prueba. A través de la tarjeta de adquisición de datos el programa leerá un detector de carcasa posicionada y el pulsador, y cuando ambas señales se activen cerrará una o dos pinzas (dependiendo de si es aislada o no aislada) que agarran las trencillas. En el caso de las carcasas inductoras no aisladas la propia cuna de apoyo de la carcasa hace de masa.

Una vez que el programa lee los detectores de pinza cerrada el circuito eléctrico esta cerrado y a través de la tarjeta GPIB se manda a la fuente enviar 470 amperios a la carcasa durante cinco segundos. Estos 470A se reparten entre las 6 bobinas. Al tiempo que comienza el paso de intensidad, a través del puerto Firewire 1394 se ordena a la cámara termográfica que tome una imagen cada medio segundo, de forma que al final del paso de intensidad se han tomado 10 imágenes. Cada una de estas imágenes tiene una resolución de 390X420 pixels a 8 bits, con los que cada píxel tiene un valor de 0 a 255 dependiendo del valor de intensidad luminosa captado por la cámara termográfica. Un valor de 0 es negro absoluto y 255 blanco.

Las imágenes son tratadas mediante herramientas del módulo de visión del LabView 8.2 y mediante un algoritmo se determina si la carcasa es correcta o incorrecta. Además el programa cuenta con varios parámetros de configuración para variar el umbral de carcasas buena-mala, detección de bobinas en la imagen, contraseñas, etc.

Una vez que se ha determinado si la carcasa es correcta o no, se muestra en pantalla un dibujo con las bobinas correctas en color verde y las incorrectas en color rojo. También se abren las pinzas para liberar la carcasa.

2.- TERMOGRAFÍA

2.1.- Historia de la tecnología de infrarrojos

Hace algo menos de 200 años, ni siquiera se sospechaba la existencia de la región infrarroja del espectro electromagnético. La importancia original del espectro infrarrojo (al que suele hacerse referencia simplemente como "los infrarrojos") como forma de radiación calorífica es probablemente menos obvia hoy en día que en la época de su descubrimiento por parte de Herschel, en 1800.

El descubrimiento fue accidental y se produjo durante la investigación de un nuevo material óptico. Sir William Herschel, astrónomo real del rey Jorge III de Inglaterra y ya famoso anteriormente por haber descubierto el planeta Urano, estaba investigando con el fin de encontrar un material para filtros ópticos que lograse reducir el brillo de la imagen del sol en los telescopios al realizar observaciones solares. Al probar diferentes muestras de cristales de colores que proporcionaban similares reducciones del brillo, le llamó la atención descubrir que algunas de las muestras dejaban pasar muy poco calor solar, mientras que otras dejaban pasar tanto calor que podrían producir daños oculares tras unos pocos segundos de observación.

De inmediato, Herschel se dio cuenta de la necesidad de realizar un experimento sistemático, con el fin de descubrir un material que proporcionase la reducción deseada del brillo y al mismo tiempo la máxima reducción posible del calor. Empezó el experimento repitiendo el experimento de prismas de Newton, pero buscando el efecto calorífico en lugar de la distribución visual de la intensidad en el espectro. Al principio oscureció el bulbo de un termómetro de mercurio con tinta y, utilizándolo como detector de radiación, procedió a probar el efecto calorífico de los diferentes colores del espectro que se formaban encima de una mesa haciendo pasar la luz del sol a través de un prisma de cristal. Otros

termómetros, colocados fuera del alcance de los rayos del sol, servían como controles.

A medida que el termómetro oscurecido se movía lentamente por los colores del espectro, las lecturas de las temperaturas mostraban un incremento fijo desde el extremo violeta hasta el rojo. Esto no era especialmente sorprendente, ya que el investigador italiano Landriani había observado exactamente el mismo efecto en un experimento similar realizado en 1777. No obstante, fue Herschel el primero en darse cuenta de que debía haber un punto en el que el efecto calorífico llegase al máximo y que las medidas confinadas a la parte visible del espectro no mostraban este punto.

Al mover el termómetro en la región oscura, más allá del extremo rojo del espectro, Herschel confirmó que el calor seguía aumentando. El punto máximo, cuando lo encontró, estaba mucho más allá del extremo rojo, dentro de la región que hoy conocemos como "longitudes de onda infrarrojas".

Cuando Herschel reveló su descubrimiento, denominó a esta nueva región del espectro electromagnético "espectro termométrico". A veces hizo referencia a la propia radiación como "calor oscuro" o simplemente "los rayos invisibles". Irónicamente y contradiciendo la opinión popular, no fue Herschel el que acuñó el término "infrarrojo". Esta palabra sólo empezó a utilizarse en documentos impresos unos 75 años después, y su creador aún permanece en el anonimato.

2.2.-Teoría de la termografía. El espectro electromagnético.

El espectro electromagnético se divide arbitrariamente en diversas zonas con distintas longitudes de onda llamadas bandas, que se distinguen por los métodos utilizados para producir y detectar la radiación. No existen diferencias fundamentales entre la radiación de las distintas bandas del espectro electromagnético. Todas ellas están regidas por las mismas leyes y las únicas diferencias son las debidas a las diferencias en la longitud de la onda.

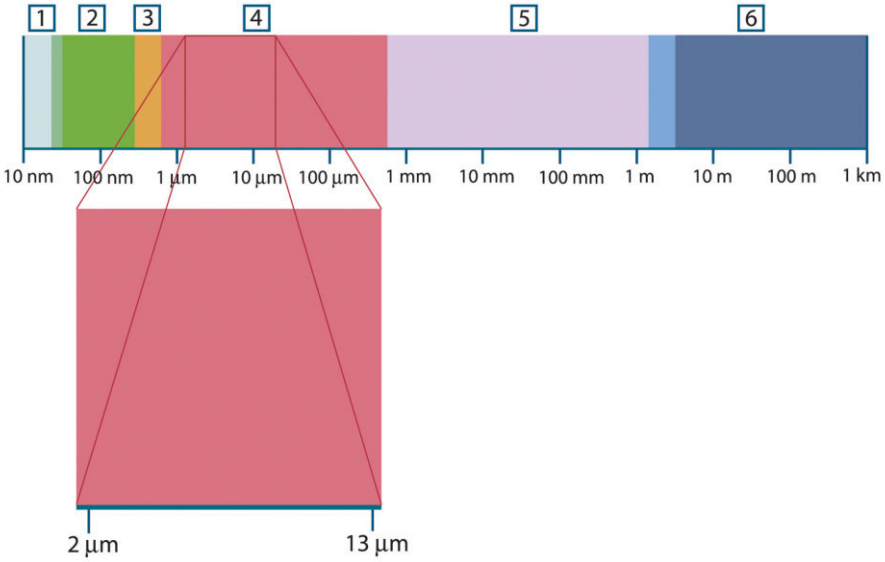


Figura 2. Espectro electromagnético. 1: rayos X; 2: UV; 3: visible; 4: IR; 5: microondas; 6: ondas de radio.

La termografía utiliza la banda espectral del infrarrojo. En el extremo de la longitud de onda corta, la frontera se encuentra en el límite de la percepción visual, en el rojo profundo. En el extremo de la longitud de onda larga, se funde con las longitudes de onda de radio de microondas, en el intervalo del milímetro.

Con frecuencia, la banda del infrarrojo se subdivide en cuatro bandas menores cuyos límites son igualmente arbitrarios. Se trata de: la infrarroja cercana (0,75–3 µm), la infrarroja media (3–6 µm), la infrarroja lejana (6–15

μm) y la infrarroja extrema (15–100μm). Aunque las longitudes de onda se expresan en micrómetros (μm), a menudo se siguen utilizando otras unidades

para medir la longitud de onda de esta región del espectro, como el nanómetro (nm) y el ángstrom (Å).

La relación entre las diferentes medidas de la longitud de onda es:

10 000 Å = 1 000 nm = 1 μm

2.3.- Termografía infrarroja en aplicaciones científicas

Cada día, científicos de todo el mundo están buscando nuevos métodos que les ayuden a resolver sus problemas. La termografía infrarroja ha demostrado ser una valiosa herramienta para solucionar una gran variedad de problemas y cuestiones. Debido a sus capacidades no destructivas de análisis, los sistemas termográficos son instrumentos indispensables en una gran variedad de aplicaciones de Investigación y Desarrollo. La termografía es la generación de imágenes infrarrojas o de calor, mediante una cámara infrarroja. Basándose en éstas imágenes térmicas se pueden realizar precisas mediciones de temperatura para detectar hasta las más pequeñas diferencias de temperaturas. Numerosos investigadores dentro de las áreas de desarrollo, aplicaciones e investigación, han descubierto que en los infrarrojos un método no destructivo rápido y fiable para la realización de su trabajo diario.

2.3.1.- Ventajas

Los patrones térmicos son muy difíciles de predecir. Esto significa que no siempre es posible determinar dónde es necesario acoplar los termopares para evaluar y medir con precisión la disipación de calor. Además, ya que el termopar necesita estar en contacto con el componente a examinar, puede influenciar en los resultados de la medida. Los infrarrojos

tienen la ventaja de producir imágenes muy completas sin contacto alguno. Incluso cuando no está demasiada clara la localización exacta del problema, aparecerá en la zona más inesperada de la intuitiva imagen infrarroja.

Otra de las ventajas de la termografía infrarroja es que los fabricantes pueden evitar las campañas de devolución. Los costes que suponen este tipo

de campañas debidas a que los productos son defectuosos pueden llegar a costar millones de Euros y en ocasiones, pueden ser evitados simplemente usando los infrarrojos en el desarrollo del producto.

En resumen, las principales ventajas de la termografía infrarroja son:

- Genera un patrón térmico completo de la situación en tiempo real
- Es sin contacto y no destructivo
- Identifica y localiza anomalías térmicas
- Guarda información térmica
- Permite análisis detallados
- Tiene numerosas aplicaciones y posibilidades

2.3.2.- Tecnología

Las cámaras actuales de infrarrojos pueden generar imágenes de alta resolución y captar nítidas imágenes térmicas de los objetos más pequeños sin contacto alguno. Las cámaras infrarrojas de alta tecnología, especialmente diseñadas para las aplicaciones científicas más exigentes, pueden detectar pequeñas diferencias de temperatura (hasta 0,02º C) en una amplia variedad de rangos de temperatura. Pueden capturar y guardar fotogramas en tiempo real, permitiendo un análisis exhaustivo y detallado de procesos muy dinámicos, típicos en I+D.

Por otro lado, las nuevas tecnologías en detectores han hecho que las cámaras infrarrojas sean más accesibles que nunca. Gracias a esta

evolución, universidades y pequeños centros de investigación están siendo partícipes de los beneficios de los infrarrojos.

Finalmente, el software infrarrojo actual se ha convertido en una herramienta extremadamente potente. Comparar imágenes térmicas puede ser una tarea ardua y muy difícil. Hay leves cambios de temperatura que no pueden ser detectados a simple vista. Gracias a funciones como substracción, dos imágenes térmicas pueden tener la temperatura de cada uno de sus

píxeles restados de cada una. La imagen resultante mostrará las pequeñas diferencias entre las dos imágenes.

2.3.3.- Aplicaciones

Aplicaciones médicas

La temperatura del cuerpo humano es un fenómeno muy complejo. El ser humano es homeotérmico y genera calor que se pierde en el ambiente. El interfaz entre la producción de calor y el ambiente es la piel. La piel es un órgano dinámico y se está continuamente ajustando para compensar las condiciones internas y externas, mientras cumple con todas las exigencias fisiológicas del cuerpo.

Los infrarrojos se están usando habitualmente como una herramienta fiable y precisa de diagnóstico. Con un sistema térmico de alta sensibilidad se pueden captar fácilmente los cambios de conductividad de la piel producidos por quemaduras, ulceraciones en la piel o injertos. Otras aplicaciones comunes incluyen la detección precoz de cáncer de piel, tratamiento del dolor, quemaduras, operaciones a corazón abierto...

Sector del automóvil

El objetivo de Investigación y Desarrollo en el sector automovilístico es desarrollar nuevos y mejores modelos más rápido y con menor costo económico. Poder traer al mercado nuevos modelos más rápido es uno de los factores clave del éxito en la industria automovilística. Los investigadores están buscando la distribución del calor en los automóviles y están desarrollando soluciones para los servicios del automóvil, tales como la climatización, con la ayuda de la termografía. La termografía infrarroja les da una imagen en tiempo real de la situación, en un modo de no-contacto.

Las cámaras infrarrojas pueden ver áreas de distribución de la temperatura, lo que es una ventaja enorme sobre los termopares. Los automóviles de hoy ofrecen lunas térmicas, asientos calefactores y muchos otros servicios que se están aún probando con ayuda de la termografía. También los proveedores de la industria automovilística están ya utilizando la termografía en sus procesos. La técnica se usa por ejemplo normalmente en la industria de los neumáticos para desarrollar a los nuevos modelos.

Electrodomésticos

Una de “las claves del éxito” en muchas industrias es introducir en el mercado nuevos productos lo más rápido posible. Es mucho más beneficioso usar la termografía infrarroja en el ciclo de diseño del producto. En la fase de desarrollo, antes de entrar en producción masiva, los electrodomésticos se prueban minuciosamente. Los consumidores están esperando un producto perfecto a un precio asequible. Gracias a los infrarrojos las empresas pueden reducir las fases de desarrollo y obtener un retorno rápido de sus inversiones en desarrollos.

Uno de los problemas cuando se desarrollan nuevos productos eléctricos es obtener la información de la cantidad de potencia de salida y como se disipa la potencia. Las compañías, cada vez más, están usando la

termografía infrarroja para ayudar y solucionar estos problemas tan complejos.

Placas de circuito impreso

Científicos de todo el mundo están buscando diariamente soluciones a sus cometidos empleando las más diversas tecnologías. En algunos casos, las cámaras infrarrojas y termográficas ya han demostrado ser un instrumento indispensable, protegiendo inversiones mediante control de calidad o vidas mediante la detección de posibles focos de incendio. Sin embargo, en el campo de la electrónica, la termografía infrarroja es más que un importante instrumento para la detección de incendios o el control de calidad, es una herramienta que puede ser empleada durante las fases de diseño de complejas placas de circuitos, para evitar posibles fallos y costosas reclamaciones. Durante las reparaciones, los fallos pueden ser fácilmente localizados y eliminados estudiando el calor que irradian de ellos. A medida que nuestro mundo se hace más computerizado, el mercado tiende a diseñar y fabricar productos más pequeños, con mayores prestaciones, y más fáciles de usar. Los científicos encargados del diseño de estos productos tienen que enfrentarse al reto de disipar el calor que producen estos equipos sin sacrificar costes y prestaciones. Hasta ahora, tener un conocimiento preciso del calor ha sido extremadamente difícil. Sin embargo, gracias a la termografía, los ingenieros tienen la capacidad de visualizar y cuantificar de una manera muy sencilla los patrones de calor que se producen en los equipos que ellos crean.

Análisis de estrés

Todos los diferentes tipos de materiales se ensayan con análisis de estrés. Estos ensayos destructivos se realizan para calcular cuando un material pierde su resistencia y empieza a romperse o fracturarse. Estos análisis son realmente importantes en la investigación como por ejemplo en la industria aeronáutica.

2.4.- Aplicaciones para sistemas de cámara de infrarrojos con montaje fijo

Hoy en día, se ha extendido por todo el mundo el uso de cámaras IR para la captura de imagines térmicas on-line, seguimiento de procesos y visión por infrarrojos. Los usuarios han reconocido las ventajas que se derivan de "ver" patrones térmicos en tiempo real y de usar el vídeo IR y los datos de medida de temperatura asociados para activar alarmas o controlar procesos. La tecnología necesaria para evaluar y controlar los procesos de producción existe desde hace años. Sin embargo, ha sido en los últimos años cuando la industria de cámaras IR ha experimentado los cambios más dramáticos, que han dado lugar a grandes avances en el diseño de instrumentos y especificaciones.

La inversión inicial necesaria para instalar las cámaras IR es tan pequeña en comparación con las pérdidas derivadas de la reducción de eficacia en la producción y la pérdida en calidad que cada vez más industrias están descubriendo las ventajas de los infrarrojos. Por ejemplo, según los proveedores de componentes para la industria automovilística, el coste de las

campañas de retirada de piezas del mercado puede alcanzar millones. Los infrarrojos se utilizan no sólo para mejorar el rendimiento de la producción u optimizar el control de calidad, también juega un papel crítico en la detección precoz de incendios, para ver a través del humo o en aplicaciones de seguridad y monitoreo.

Algunas de las ventajas de la termografía IR:

- Distingue el calor producido
- Puede activar alarmas
- Sin contacto, rápida y fácil de usar
- Realiza inspecciones mientras los sistemas están en plena producción
- Identifica y localiza el problema

• Mide la temperatura
• Almacena la información
• Ahorra tiempo y dinero

A continuación se pueden ver una serie de ejemplos de aplicaciones para sistemas de cámara de infrarrojos con montaje fijo:

Aplicación: Detección de incendios al aire libre
Industria: Carbón
Principio: Después de extraer el carbón, los distintos tipos de producto se homogenizan en zonas de almacenamiento diferentes. Dado que no se puede excluir una combustión espontánea debida a un aumento en la temperatura, es necesario supervisar continuamente las zonas de almacenamiento para detectar puntos calientes, de forma que puedan activarse de forma precoz las alarmas contra incendios y evitar los fuegos.

Aplicación: Inspección de los armazones de los asientos de automóvil
Industria: Proveedores de componentes del auto móvil
Principio: Los asientos de los coches modernos están compuestos de diferentes materiales. La base para la producción de estos asientos es un

armazón de puntales de acero que, en una etapa posterior del proceso, se rellenan de espuma de plástico. La configuración de estos componentes varía de un modelo de asiento a otro. Debido al pequeño contraste entre el material de moldeado satinado y los puntales mate, no es posible utilizar el método tradicional de procesamiento de imágenes de vídeo para inspeccionar el proceso de moldeado. Sin embargo, el empleo de una cámara de IR produce unos contrastes excelentes entre el molde del asiento que ha de ser rellenado con espuma y los puntales de acero.

Aplicación: Ensayo del funcionamiento y la calidad de las ventanas del automóvil

Industria: Proveedores de componentes del automóvil

Principio: Por motivo de las elevadas exigencias de la industria automovilística, en los últimos años ha mejorado de manera continua la calidad de todos los parabrisas delanteros y traseros. Además de la comprobación tradicional de la instalación y la búsqueda de puntos débiles en el material de los hilos térmicos del cristal trasero, también se controla de forma continua la calidad de los parabrisas delanteros calientes. Además, se utilizan cámaras IR para los bancos de prueba del aire acondicionado con el fin de adquirir datos valiosos de temperatura.

Aplicación: Detección automática de escoria

Industria: Acero

Principio: La formación de escoria es imposible de evitar en la producción del acero. Sin embargo, este subproducto sólo puede aparecer en las etapas siguientes del proceso en un porcentaje estrictamente definido. De lo contrario, el acero perderá su calidad. Una cámara IR puede identificar claramente la escoria durante la fundición del acero bruto, dada su mayor emisividad, y enviar una señal de control para interrumpir el proceso de fundición.

Aplicación: Seguridad en edificios, rescate marítimo, rescate en incendios, etc.

Industria: Varias

Principio: Además de los instrumentos para la visión nocturna que funcionan según el principio de amplificación de la luz, cada vez se utilizan más cámaras IR en el sector civil. El factor decisivo es que la escena puede estar completamente a oscuras, y la cámara IR registrará la radiación de la temperatura del propio objeto.

Dado que las cámaras IR también pueden “ver” a través de la niebla o el humo, esto ofrece una ventaja única a los socorristas en tierra o incluso en alta mar para detectar superviviente. Las brigadas de bomberos y los equipos de rescate marítimo han podido salvar muchas vidas gracias al empleo de cámaras IR.

2.5.- Cámara termográfica

Figura 3. Cámara infrarroja FLIR SYSTEMS A20. [Obtenido de www.flir.com]

La cámara utilizada en este trabajo es la serie A20-M de Flir Systems. Es una Cámara compacta de infrarrojos con capacidad de medida de la temperatura, recomendada para su aplicación en automatización industrial.

La A20-M de Flir Systems es una cámara asequible económicamente y con suficiente precisión y rapidez para la aplicación que se quiere desarrollar, con lo que se perfila como la opción más interesante.

2.5.1.- Características y ventajas

Medida precisa y sin contacto de la temperatura y excelente calidad de imagen. ThermoVision A20-M permite ver diferencias de temperatura de hasta 0,10°C en un rango de -20°C a +250°C (+ 900°C opcional) y produce imágenes nítidas de alta resolución (160 x 120 píxeles), ofreciendo más de 19.000 puntos de medida individuales por imagen y a una velocidad de 50/60 Hz.

A20-M incorpora diferentes opciones de conectividad. Para lograr una transferencia rápida de imágenes y datos en 16 bits totalmente radiométrica y en tiempo real, se puede elegir la salida digital IEEE-1394 FireWire. Para instalaciones en red y/o con múltiples cámaras, dispone de conectividad Ethernet. Cada A20-M puede llevar su URL propio y exclusivo para poder direccionarlo independientemente a través de su conexión Ethernet. Permite controlar todos los sistemas de menús de la cámara y permite a cualquier usuario autorizado un acceso instantáneo a las imágenes térmicas de la A20-V a través de un explorador de web. La transmisión de imagen es en tiempo real.

La funcionalidad de E/S totalmente configurada, permite a la A20-M integrarse rápida y fácilmente en los sistemas de control o configurarla como un sistema independiente. El operario puede configurar y modificar hasta 4 áreas en el campo de visión de la cámara. Por ejemplo, se activará una alarma si la temperatura en una de estas áreas sufre alguna variación por encima o por debajo de un valor previamente definido.

Su diseño compacto y ultra-ligero permite montar fácilmente la A20-M en puntos de difícil acceso de una línea de producción.

Sólo hay que conectar la cámara a un PC o a un monitor para producir imágenes infrarrojas de alta calidad en tiempo real. La cámara puede controlarse totalmente desde el PC o a través de su teclado integrado.

Cuenta con múltiples opciones para reducir considerablemente el tiempo que se tarda en programar una solución personalizada. Como opción, se ofrece un kit SDK (Software Developers Kit) para programación Visual Basic y C++. FLIR Systems ofrece también kits digitales de herramientas LabViewTM con tecnología Active-X.

2.5.2.- Especificaciones de la cámara

CARACTERÍSTICAS DE IMAGEN

Campo de visión/distancia mínima de enfoque Tipico 19° x 14°/0,3 m (con lente de 17 mm)
Resolución espacial (IFOV) 2,1 mrad
Sensibilidad Térmica 0,10°C a 30°C
Enfoque Manual
Tipo de Detector Matriz de Plano Focal (FPA), microbolómetro no refrigerado 160 x 120 píxeles
Rango Espectral 7,5 a 13 µm

PRESENTACIÓN DE IMAGEN

Salida de Vídeo RS170 EIA/NTSC or CCIR/PAL video compuesto análogico y FireWire (IEEE-1394) 8-/16-bit salida de imagen digital o Ethernet 8-bit salida digital (RTP)

MEDIDA

Rango de temperatura -20°C a +250°C hasta +900°C (opcional)

Precisión ± 2°C, ± 2%

Modos de medición Punto, área, isoterma, Incremento T, iso-covertura

Corrección de emisividad Variable desde 0,1 a 1,0

Corrección de la temperatura ambiente Automática, basada en la entrada de la temperatura reflejada.

Corrección de ópticas / ventanas externas Automática, basada en la entrada de la transmisión y temperaturade las ópticas / ventanas

LENTES (OPCIONAL)

2 x Telescopio Tipico 9° x 7°/1,2 m (con lente de 36 mm)

0,5 Gran angular Tipico 34° x 25°/0,1 m (con lente de 9,2 mm)

0,25 Gran angular Tipico 60° x 45°/0,1 m (con lente de 4,5 mm)

ESPECIFICACIONES AMBIENTALES

Temperatura de trabajo -15°C a +55°C

Temperatura de almacenamiento -40°C a +70°C

Humedad De trabajo y almacenamiento del 20% al 80%, sin condensación

Carcasa IP 40 (determinada por el modelo de conector)

Choque Operacional: 25G, IEC 68-2-29

Vibración Operacional: 2G, IEC 68-2-6

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Peso 0.8 kg

Tamaño 157 mm x 75 mm x 80 mm

Rosca de trípode “1/4”” - 20”

INTERFAZ

Salida de imagen digital y Conector 6-pin FireWire (IEEE-1394) para transmisión isócrona de datos control de cámara de imagen digital 16-bit y transmisión asícrona de control de datos o conector stándard RJ-45 Ethernet para datos de imagen (RTP) y control de datos (TPC/IP)

BNC Vídeo compuesto (NTSC/PAL)

Terminal de tornillo con 6 patillas (superior) E/S digital: 3 salidas - 1 entrada, 1 Entrada/Salida seleccionable. Configurable por el usuario*

Terminal de tornillo con 6 patillas (inferior) E/S analógica: 2 salidas - 1 entrada Configurable por el usuario*

TABLA DE CONFIGURACIÓN DEL USUARIO

Tipo	FUNCIÓN	OBSERVACIÓN
Entrada digital	Nivel TTL: Desactivar obturador, Guardar imagen, Activar lote	Aislamiento y función de relé en el módulo externo
Salida digital	Nivel TTL: Umbral de alarma de punto/área, Alarma del sensor de temperatura interna, V-sinc	Aislamiento y función de relé en el módulo externo
Salida analógica	Salida para punto / línea / área de 0-5 V, Salida para sensor de temperatura interna de 0-5 V	Escala entre Tbajo - Talto Aislamiento en módulo externo
Entrada analógica	Entrada para sensor de temperatura externa de 0-10 V	Escala entre Tbajo - Talto Aislamiento en módulo externo

3.- SOFTWARE: LABVIEW

El software utilizado para el desarrollo de éste trabajo ha sido LabView 8.2 del fabricante National Instruments. LabView es un entorno de desarrollo gráfico muy útil para realizar tareas como adquisición de datos, control de instrumentos, análisis de medida y presentaciones de datos. El hecho de utilizar este entorno se debe a la sencillez con que LabView sincroniza diferentes equipos.

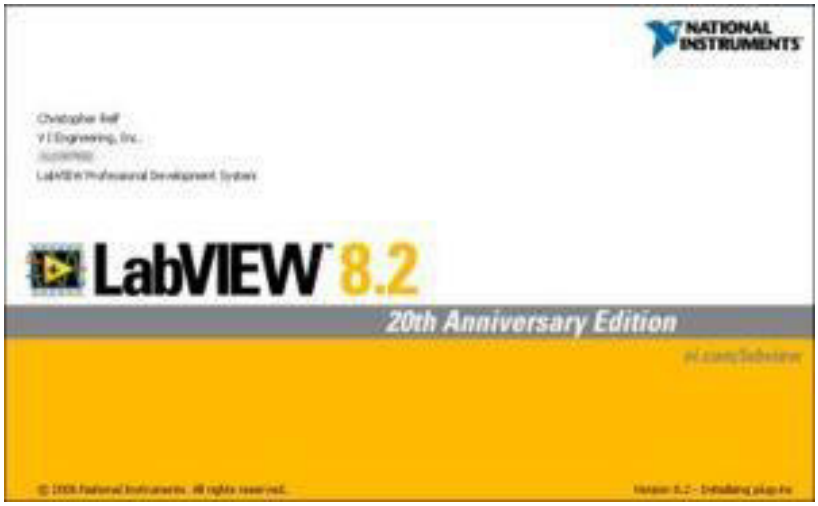


Figura 4. Logo de LabVIEW 8.2 [Obtenido de National Instruments y modificado].

La herramienta más potente de LabView es quizás la gran amplitud de funciones integradas, que permiten realizar tareas que en otros lenguajes de programación llevarían horas de trabajo.

Otra gran ventaja de LabView es que muchos fabricantes de dispositivos de medida e instrumentación electrónica incluyen ya herramientas y funciones para LabView, haciendo que el control de sus dispositivos sea aún más fácil. Por ejemplo, en este trabajo se ha utilizado una cámara termográfica del fabricante Flir, que incluye librerías para LabView. Gracias a estas librerías, el control de la cámara se vuelve muy sencillo y se aprovecha todo el potencial de la cámara.

El entorno de desarrollo de LabView es gráfico, es decir, se programa mediante iconos y líneas. El programa genera un código reutilizable que se ejecuta a velocidad de código compilado, con lo que se obtiene un rendimiento máximo pero con mayor facilidad de programación.

LabView está complementado con módulos específicos que poseen funciones aplicables a algún campo en concreto. En este trabajo se ha utilizado el módulo de visión, que además de las funciones para adquisición y tratamiento de imágenes y videos, posee también el Visual Assistant 8.2. Esto es una aplicación asociada a LabView que permite aplicar funciones y filtros a las imágenes de una forma rápida, de modo que cuando se consigue el tratamiento de la imagen deseado se traslada fácilmente al programa que se está diseñando, conociendo ya el resultado de ese diseño.

En la siguiente figura se observa un ejemplo de un diagrama de bloques de LabView 8.2.

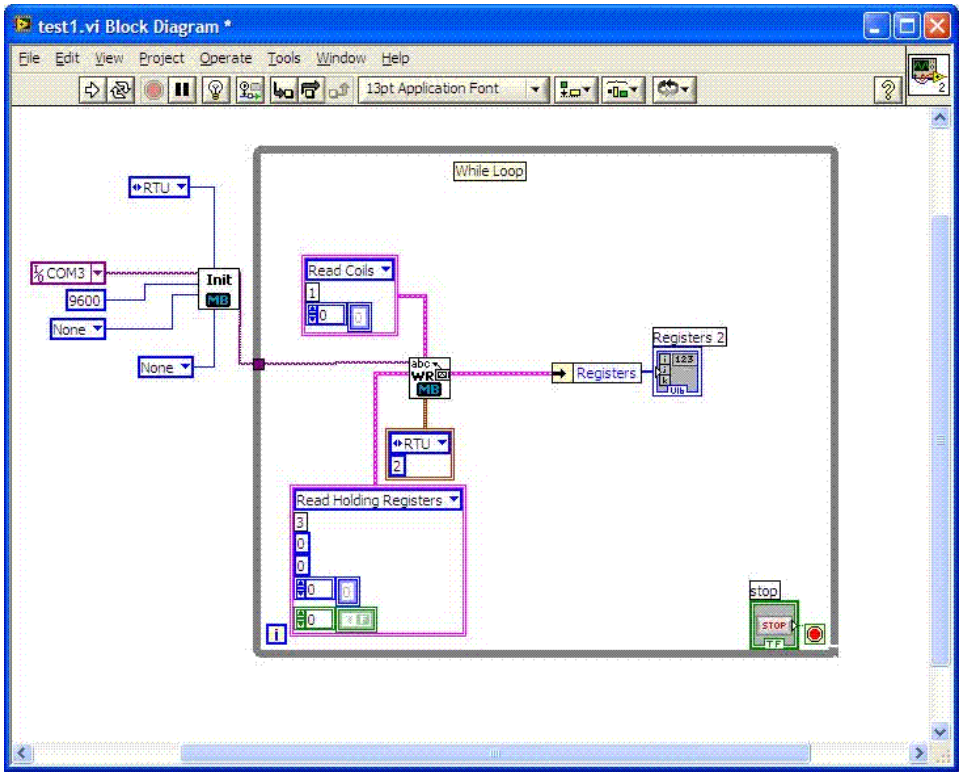


Figura 5. Diagrama de bloques en LabWIEW.

En LabView, a un diagrama de bloques le corresponde un panel frontal, que acabará siendo la interfaz de usuario. En la siguiente figura se observa un ejemplo de panel frontal.

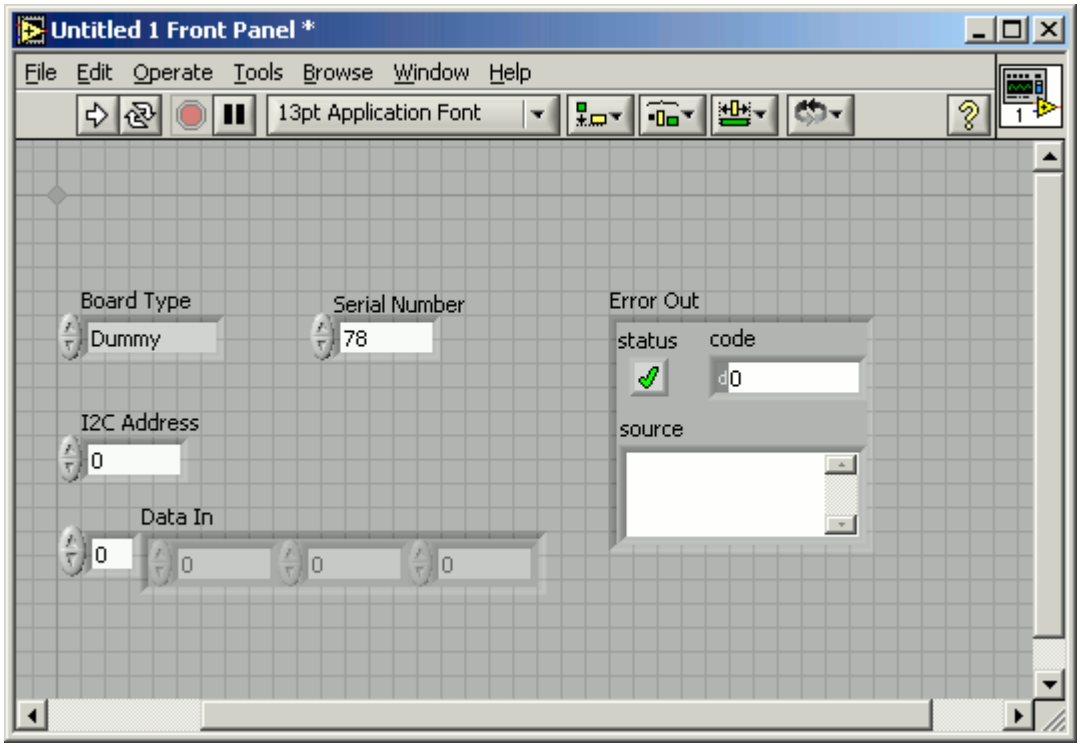


Figura 6. Panel frontal en LabVIEW.

4.- FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación utilizada es una *Agilent 6680 A*. Es una fuente programable a través de puerto GPIB con las siguientes características:

Especificaciones de salida

Voltaje: 0 a 5 V

Intensidad: 0 to 875 A

Exactitud mediante programación (a 25º ± 5°C)

Voltaje 0.04% + 5 mV

Intensidad 0.1% + 450 mA

Rizado y ruido en modo de tensión constante (de 20 Hz a 20 MHz)

Voltaje rms: 1.5 mV

Pico a Pico: 10 mV

Exactitud de lectura (a 25°C ±5°C)

Voltaje 0.05% + 7.5 mV

Intensidad 0.1% + 600 mA

En la siguiente figura se puede ver el frontal y la trasera de la fuente:

Figura 7. Fuente de alimentación Agilent 6680A. [Obtenido de www.agilent.es y modificado].

La imagen superior muestra el frontal de la fuente, y la imagen inferior la parte trasera. Las conexiones que se necesitan hacer son:

1.- Alimentación de la fuente: La alimentación de la fuente es trifásica. En la parte inferior derecha de la parte posterior de la fuente están los 4 bornes de conexión (3 fases y neutro).

2.- Salida de la fuente: A la izquierda de la parte trasera se observan dos grandes pletinas. Son el positivo y el negativo de la salida de la fuente (corriente continua).

3.- Control de la fuente: La fuente se controla a través de GPIB, cuyo conector se encuentra en la parte trasera, arriba a la derecha.

Comandos GPIB

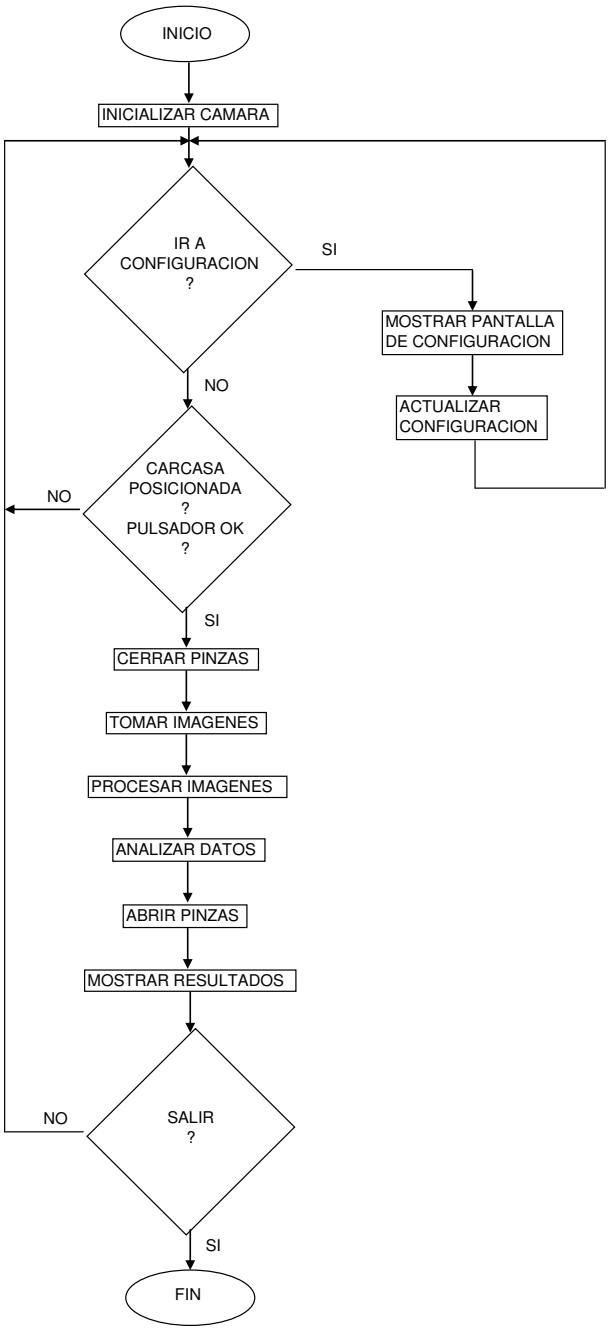
Para controlar la fuente se han utilizado comandos GPIB de dos tipos, unos para enviar información y otros para obtener información. Para enviar información se ha utilizado CURR 470, para ordenar que suministre 470A; Se ha utilizado también VOLT 4 para asegurar que se suministra el amperaje necesario. En realidad nunca llegará a haber una diferencia de potencial de 4 voltios, ya que para obtener 470A basta con una diferencia de potencial de entre uno y dos voltios. Una vez que se ha determinado la intensidad a suministrar se envía la orden OUTP:STAT ON para que empiece a suministrar.

Para obtener información de la fuente se han utilizado los comandos MEAS:CURR? y MEAS:VOLT? para obtener información de la intensidad y del voltaje que está suministrando en ese momento.

Por último, se ha utilizado el comando OUTP:STAT OFF para detener el suministro de intensidad de la fuente.

5.- PROGRAMA

El programa está desarrollado en LabView 8.2, y con él se controla todo el sistema. Es el encargado de gestionar todos los recursos hardware y de analizar los datos obtenidos. Su estructura básica se muestra en el siguiente diagrama de bloques:



Pantalla principal

La interfaz con el usuario se muestra en la siguiente figura:

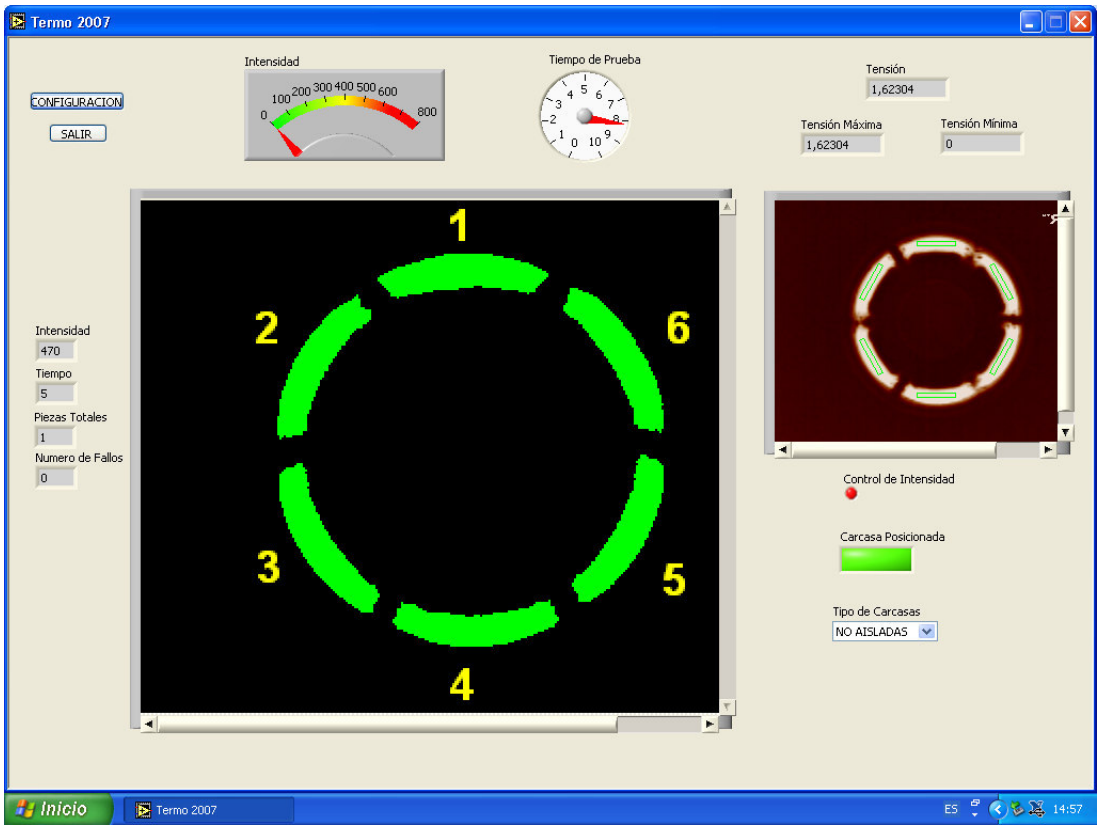


Figura 8. Interfaz principal del programa desarrollado.

Desde esta pantalla existe acceso a todas las configuraciones del programa y se obtiene toda la información necesaria. La imagen principal muestra una imagen predeterminada con 6 polos numerados. Cuando una carcasa es correcta todos los polos aparecen en verde y cuando hay algún polo defectuoso aparece en rojo, tal y como muestran las siguientes figuras.

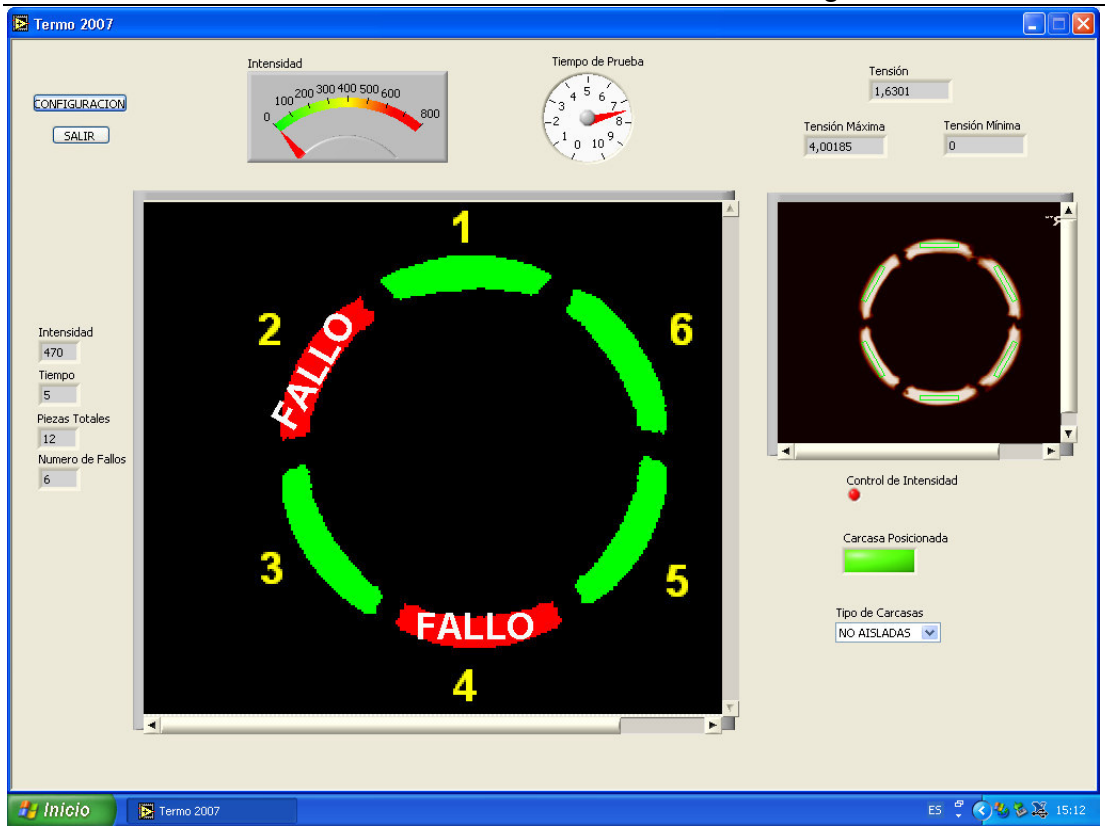


Figura 9. Ejemplo de carcasa defectuosa en polos 2 y 4.

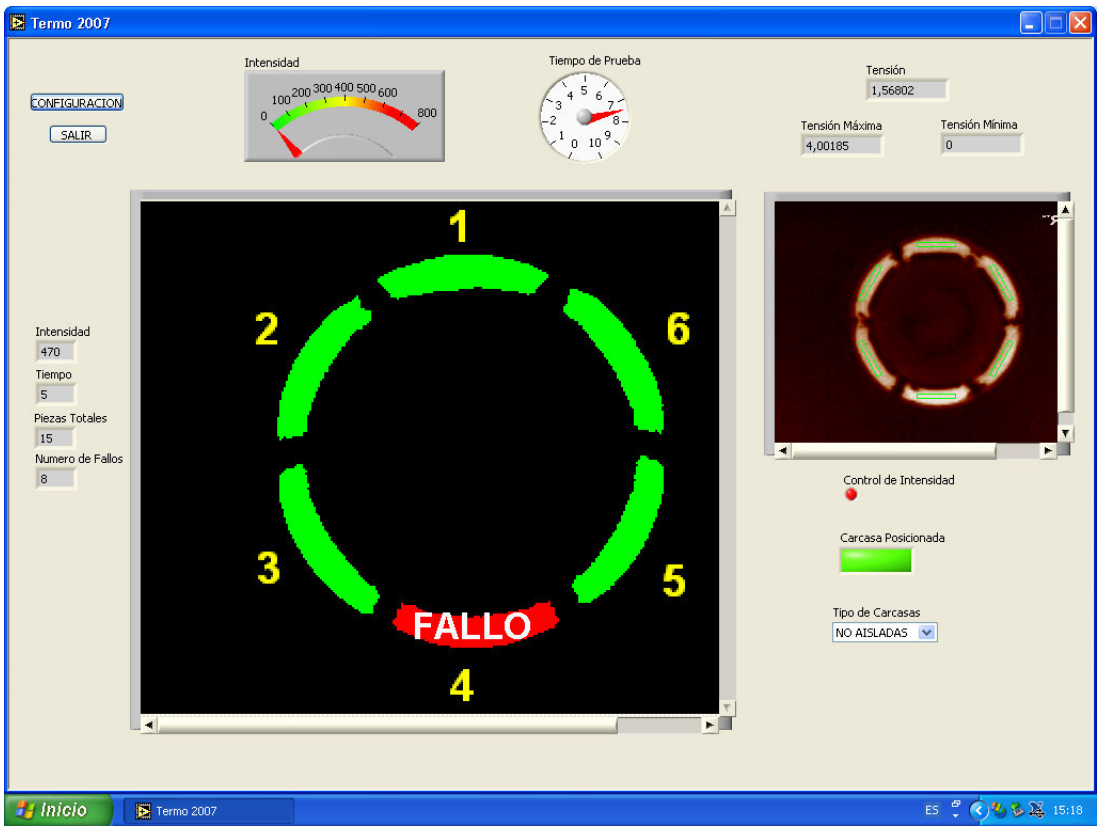


Figura 10. Ejemplo de carcasa defectuosa en polo 4.

El cuadro de la derecha representa una imagen real de la cámara termográfica. Es una información adicional en la que, en ocasiones, se puede apreciar a simple vista el fallo.

Se dispone también de dos marcadores situados en la parte superior. El primero de ellos indica la intensidad que está suministrando la fuente de alimentación en tiempo real, y el otro indica el tiempo de duración de la prueba.

En la parte superior derecha hay tres marcadores que indican la tensión de la fuente:

- Tensión instantánea
- Tensión máxima
- Tensión mínima

Estos marcadores dan una información adicional, que el programa no tiene en cuenta para hacer cálculos. Sin embargo, pueden ser utilizados para en un futuro para una mejora del software.

Debajo de la imagen real existen dos indicadores, un control de intensidad y un control de posición. El primero esta en rojo hasta que la intensidad suministrada llega al 98% de la requerida. Con éste control el programa es capaz de detectar fallos de conexión de la carcasa. El control de posición se activa cuando los detectores de la cuna de apoyo de la carcasa detectan la carcasa. Si no, permanece en rojo y la prueba no puede comenzar.

Debajo de estos indicadores hay un selector que permite seleccionar entre “aisladas” y “no aisladas”, tal y como se puede ver en la siguiente figura:

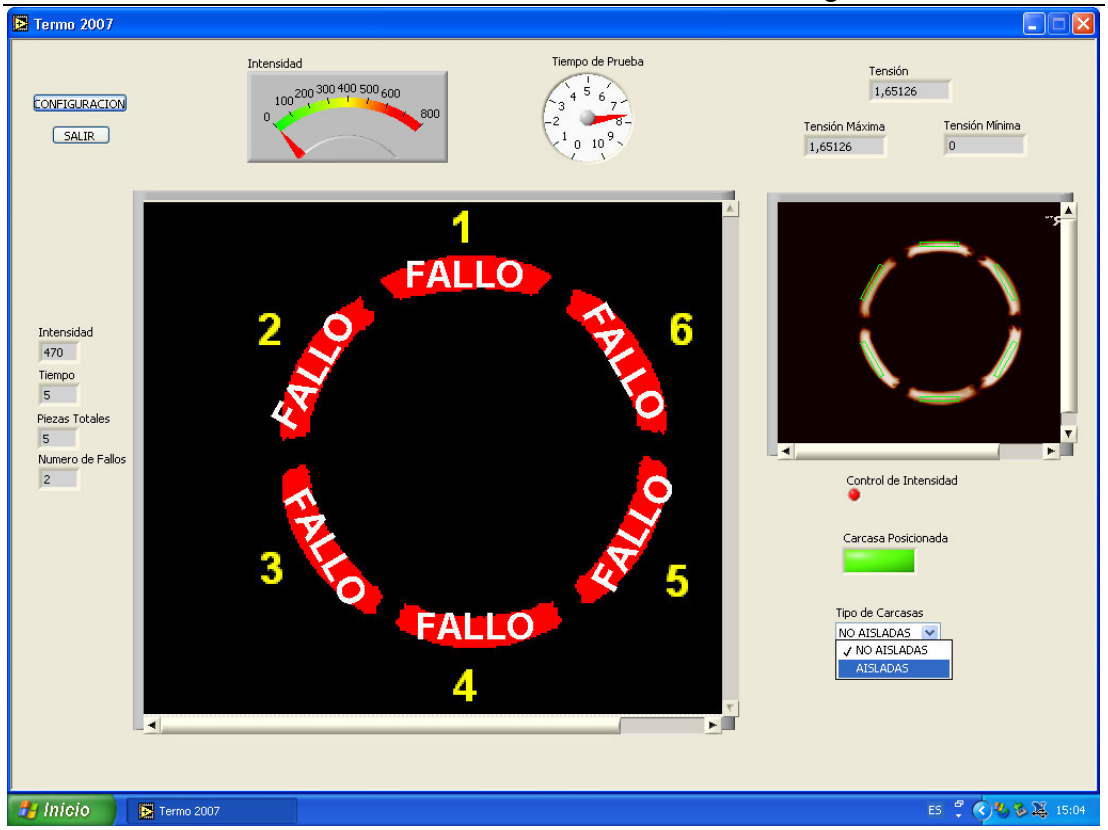


Figura 11. Interfaz principal mostrando el desplegable para carcasas “aisladas” y carcasas “no aisladas”.

Este selector es necesario porque hay que controlar dos tipos de carcasa con diferentes conexiones. La carcasa no aislada tiene una trencilla de conexión (una pinza) y la carcasa aislada tiene dos trencillas (dos pinzas). En función de éste selector el programa sabrá cómo debe controlar las pinzas.

A la izquierda de la pantalla existen 4 indicadores que nos dan información sobre la intensidad que debe enviar la fuente de alimentación y durante cuánto tiempo (configurable por el usuario), y un contador de piezas probadas y de piezas probadas incorrectas.

Por último, arriba a la izquierda se encuentra un botón de configuración. Desde aquí se pueden configurar múltiples parámetros del programa.

Configuración General:

Desde aquí se determina la intensidad de prueba, tanto en valor como en tiempo. Además, se direcciona el puerto GPIB.

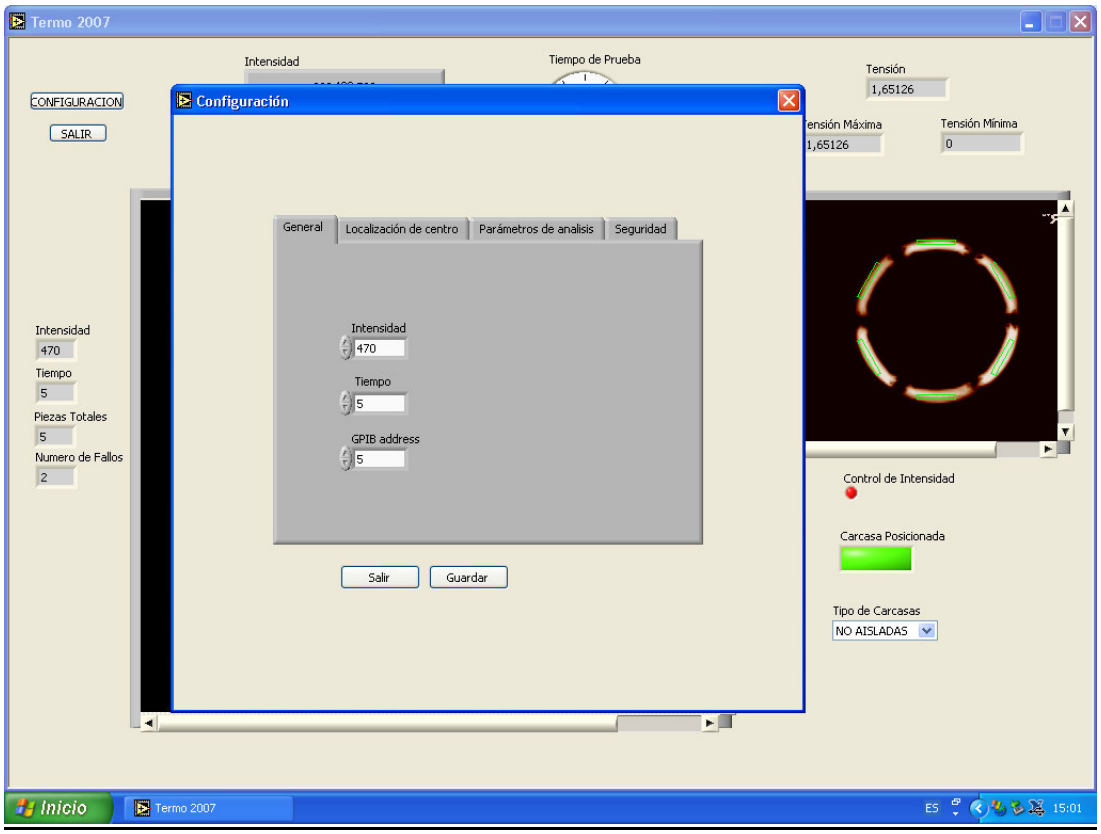


Figura 12. Pantalla de configuración, mostrando la pestaña “General”.

Configuración de Localización de Centro:

Una de las herramientas que tiene el software desarrollado es la de localizar el centro de la carcasa automáticamente. Esto permite un funcionamiento correcto ante cualquier desviación de la cámara o de la carcasa.

El funcionamiento de esta función es el siguiente:

1.- Se tiran 6 líneas desde el centro de la imagen en dirección a los 6 polos.

2.- Se va viendo el cambio de luminosidad a los largo de las 6 líneas, y cuando se cumplan las condiciones de cambio dadas en los parámetros se toma un punto de referencia.

3.- Una vez obtenidos los 6 puntos se saca en punto medio y se obtiene el centro de la carcasa.

Con estos parámetros se determina el cambio de luminosidad necesario para que se considere que ha encontrado un polo:

- Radio extra: Compensa un alejamiento o acercamiento de la cámara
- Contraste y Width: Compensa los cambios de luminosidad en la detección del centro
- Stepness: Compensa una variación de la posición angular de la carcasa en un nuevo utillaje

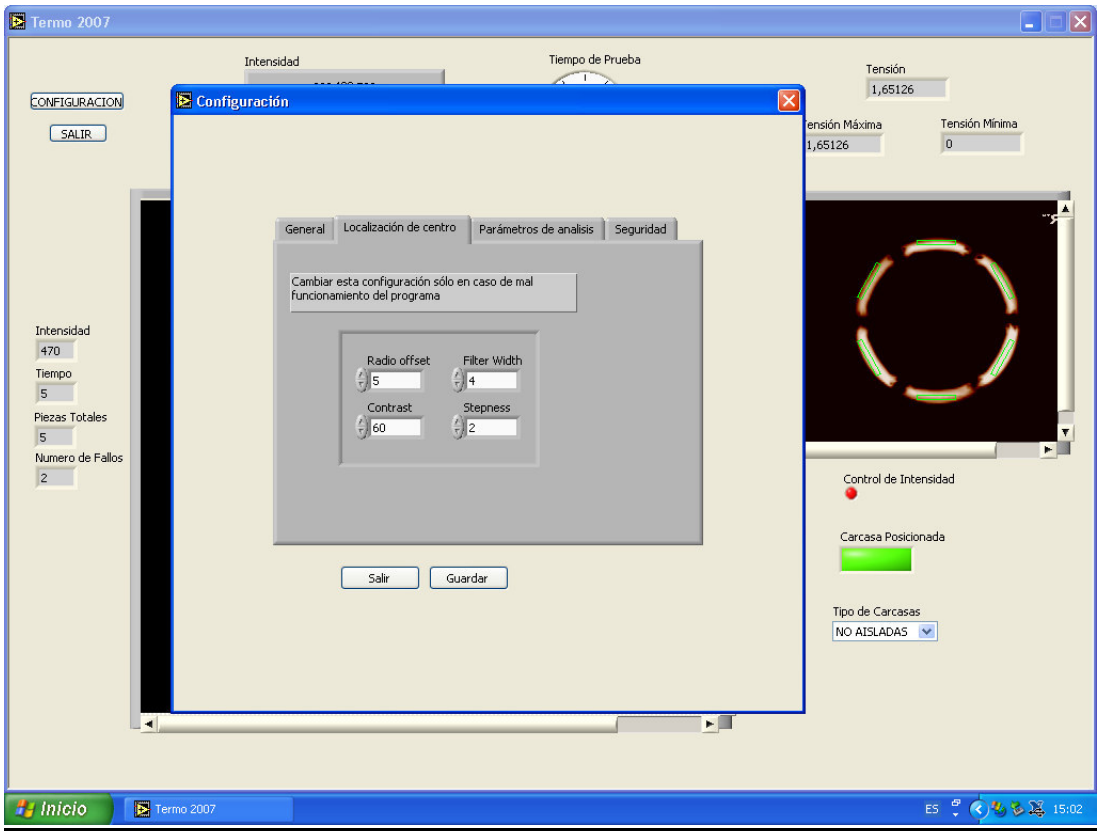


Figura 13. Pantalla de configuración, mostrando la pestaña “Localización de centro”.

Configuración de Parámetros de Análisis:

Aquí se configuran las condiciones que utiliza el algoritmo de determinación de carcasa buena/mala. Antes entrar a valorar estos parámetros es necesario entender como funciona el algoritmo. En las diferentes figuras se puede apreciar como en la imagen real hay unos cuadrados de color verde sobre los polos; el área encerrada por éstos cuadrados es el que sirve para el análisis. El valor de luminosidad que se obtiene de cada píxel tiene un valor entre 0 y 255, dónde 0 corresponde al color negro y 255 al blanco. Los valores intermedios son considerados grises.

El programa obtiene el valor medio de luminosidad en cada cuadrado, para después comparar cada polo con los otros 5 restantes, de forma que podemos obtener una matriz de comparaciones de la siguiente forma.

	POLO 1	POLO 2	POLO 3	POLO 4	POLO 5	POLO 6
POLO 1	0					
POLO 2		0				
POLO 3			0			
POLO 4				0		
POLO 5					0	
POLO 6						0

Si se analiza la matriz por filas, cada fila corresponde a uno de los polos, y asociándolo con una columna se obtiene el valor de comparación del polo en análisis con el de la columna. La comparación consiste es una resta de valores de luminosidad, por lo que la diagonal principal consistirá siempre en ceros, y la matriz será simétrica respecto de la diagonal principal con cambio de signo.

Una vez obtenida la primera matriz de comparaciones, se valoran los resultados utilizando, ahora sí, los parámetros de análisis. Se construye una

nueva matriz en la que los valores por debajo del parámetro “umbral” serán ceros y los valores por encima del “umbral” serán unos. Entonces, se considerará “polo defectuoso” aquel que contenga más “unos” que el parámetro “Nº de comparaciones incorrectas”.

Por último, el parámetro “tiempo de análisis” indica a partir de que foto se comienza a realizar el algoritmo.

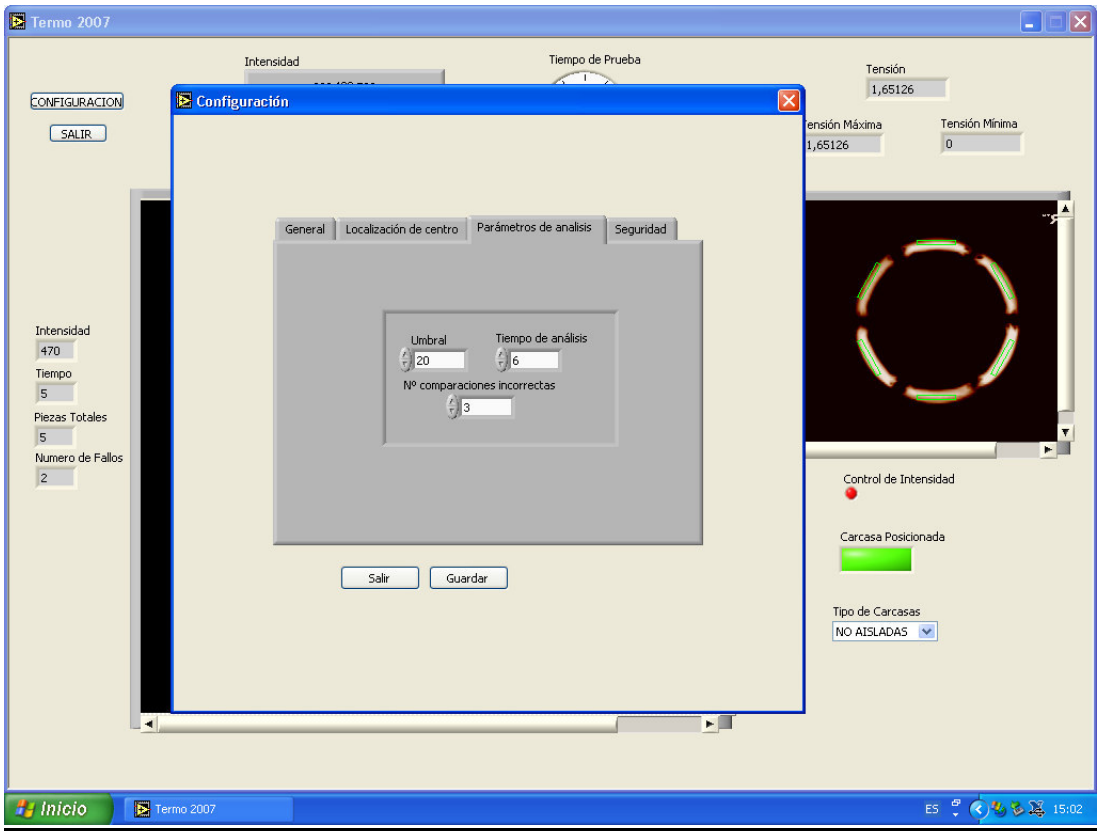


Figura 14. Pantalla de configuración, mostrando la pestaña “Parámetros de Análisis”.

Configuración de Seguridad:

Para realizar cualquier cambio en la configuración es necesario introducir una clave, evitando así que cualquier usuario pueda modificar los parámetros. Cuando se quiere grabar algún cambio realizado, el programa nos pide la clave, como se muestra en la siguiente figura.

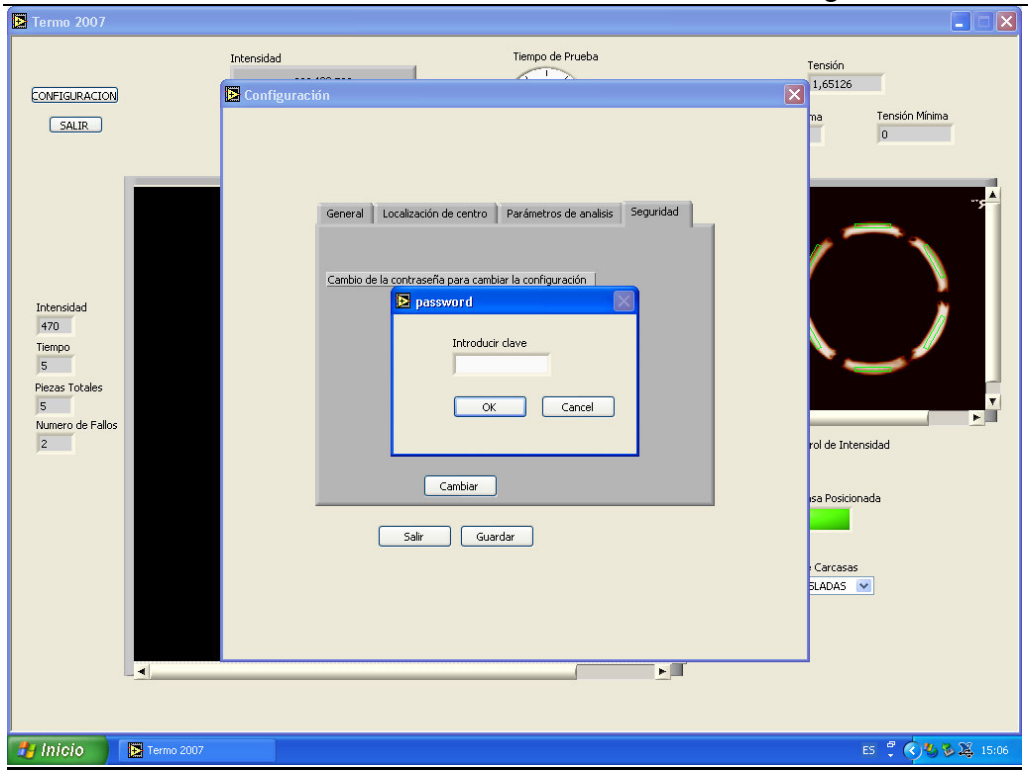


Figura 15. Petición de clave, requerido ante un cambio en la configuración.

Desde la pantalla mostrada en la siguiente figura se puede modificar la clave de acceso:

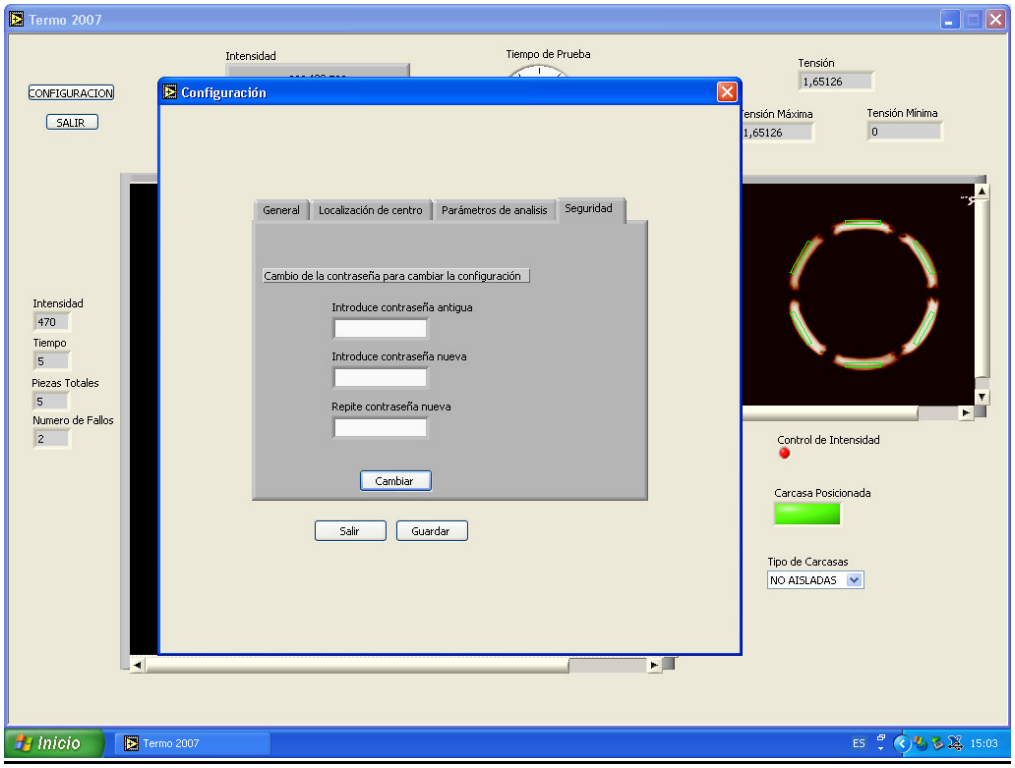


Figura 16. Pantalla de configuración, mostrando la pestaña “Seguridad”.

Cuando la clave introducida no es la correcta el programa nos da un aviso:

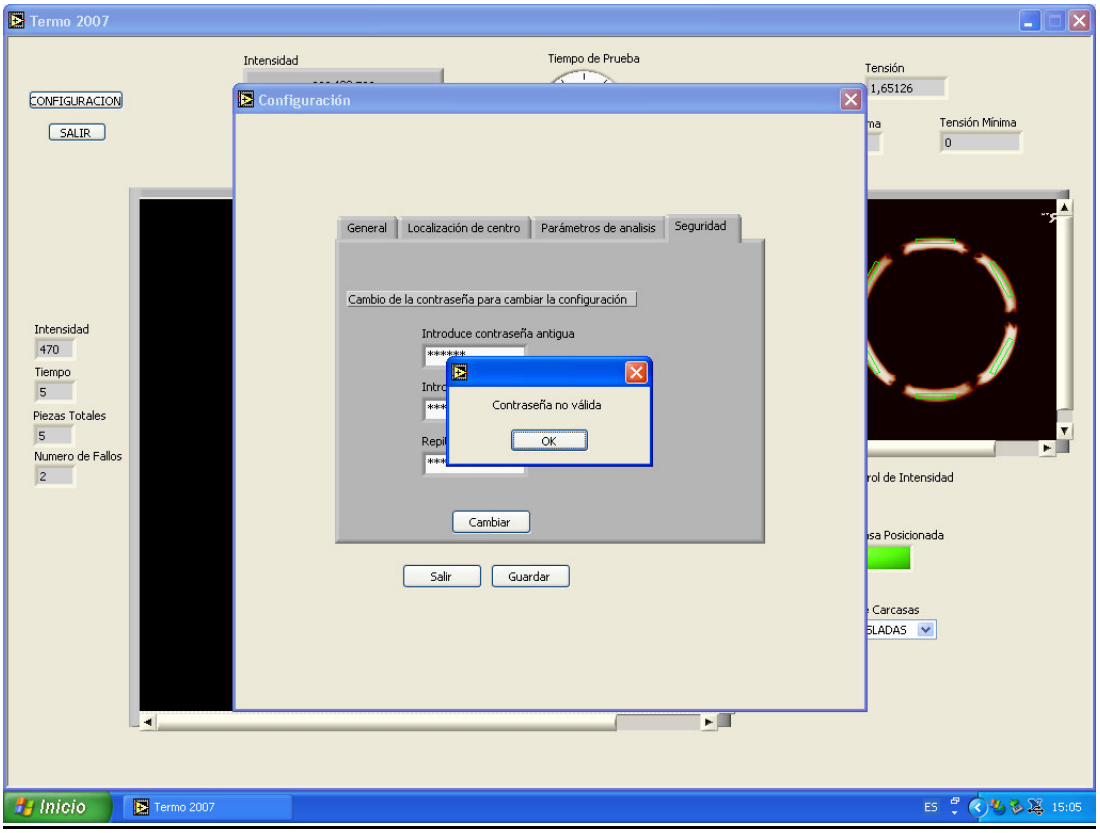


Figura 17. Aviso de “Contraseña no válida”.

Para finalizar la ejecución del programa basta con pulsar el botón “salir” de la pantalla principal y el programa se cerrará.

6.- MONTAJE EXPERIMENTAL Y METODOLOGÍA

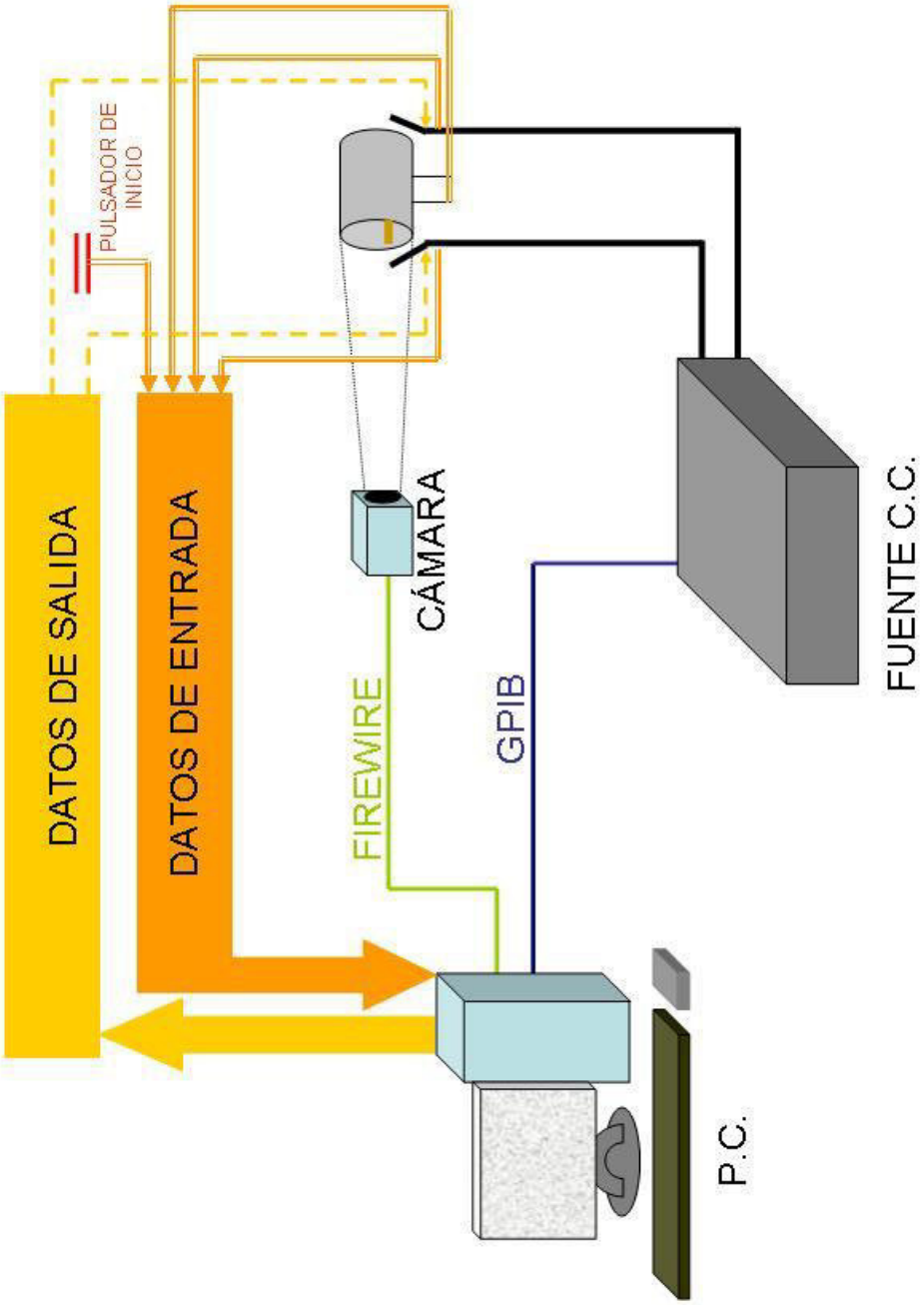
Para realizar las pruebas en el laboratorio se han necesitado los siguientes componentes comerciales:

- Fuente de alimentación de corriente continua controlada por puerto GPIB
- Cámara termográfica para aplicaciones industriales controlada por puerto Firewire 1394
- Ordenador personal con tarjetas GPIB, Firewire y adquisición de datos
- Software: LabView 8.2

Y los componentes no comerciales:

- Utillaje de apoyo para las carcasas.
- Patrones (ver punto 1.7)

En la siguiente figura se puede ver el esquema de conexión de los distintos componentes del sistema.


PULSADOR DE INICIO
DATOS DE SALIDA
DATOS DE ENTRADA
CÁMARA
FIREWIRE
GPIB
FUENTE C.C.
P.C.

Mediante un P.C. equipado con una tarjeta GPIB, tarjeta Firewire y tarjeta de adquisición de datos se controla todo el sistema.

A través de la tarjeta GPIB se controla la fuente de alimentación programable. Los comandos de la fuente se envían por GPIB utilizando LabView.

La cámara termográfica se controla a través de la tarjeta Firewire. Al igual que con la fuente, el software utilizado para el control es LabView, aprovechando las funciones desarrolladas por Flir para LabView.

En cuanto al posicionador de la carcasa, se diseñó un útil en CAD para fijar la carcasa y poder pasarle la intensidad.

En las figuras siguientes se pueden ver fotografías del montaje, y los planos del utillaje.

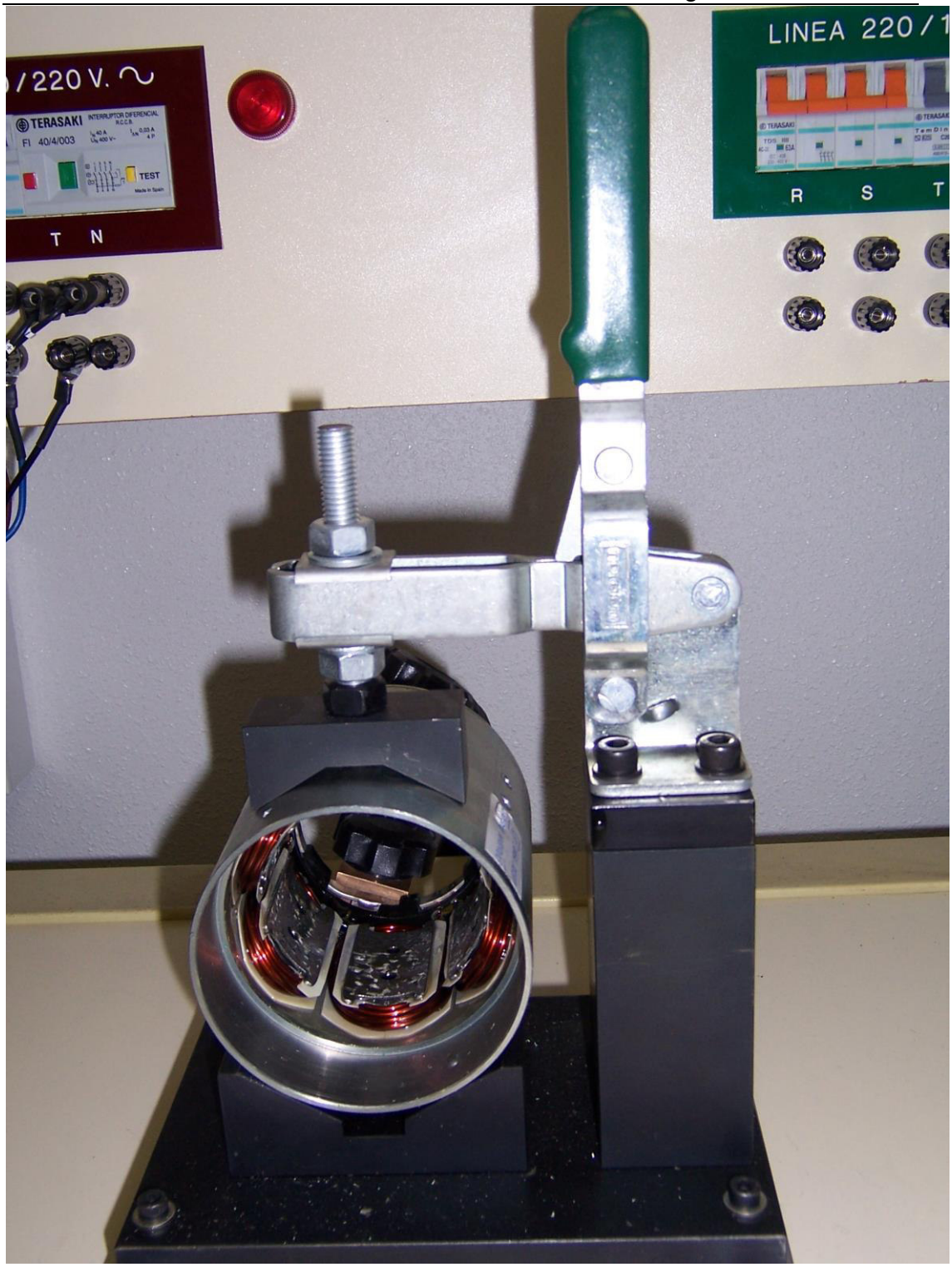


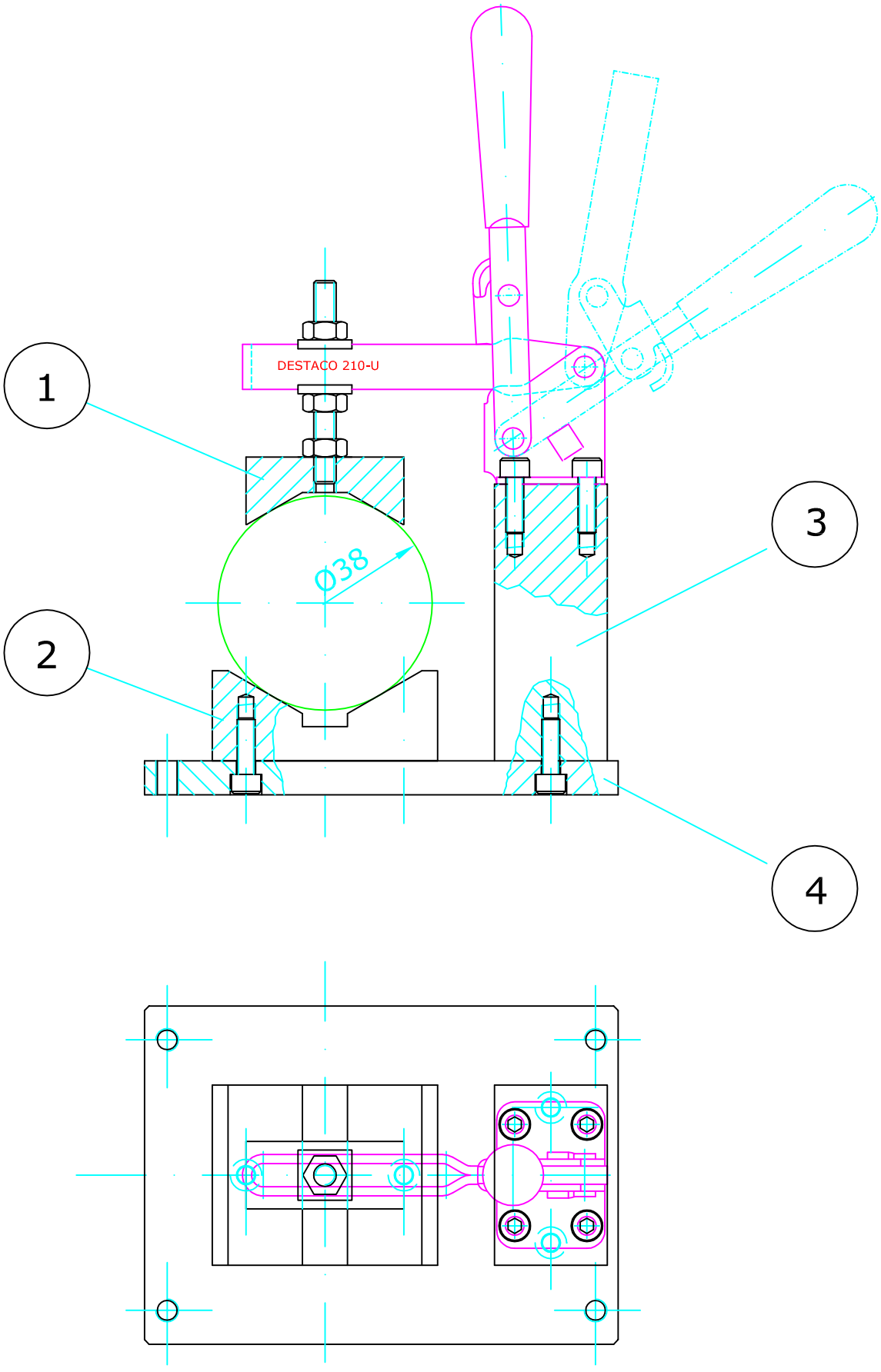
Figura 18. Útil posicionador para carcasa inductora.

Figura 19. Colocación cámara termográfica.

Figura 20. Montaje de la cámara, útil posicionador y fuente de alimentación.

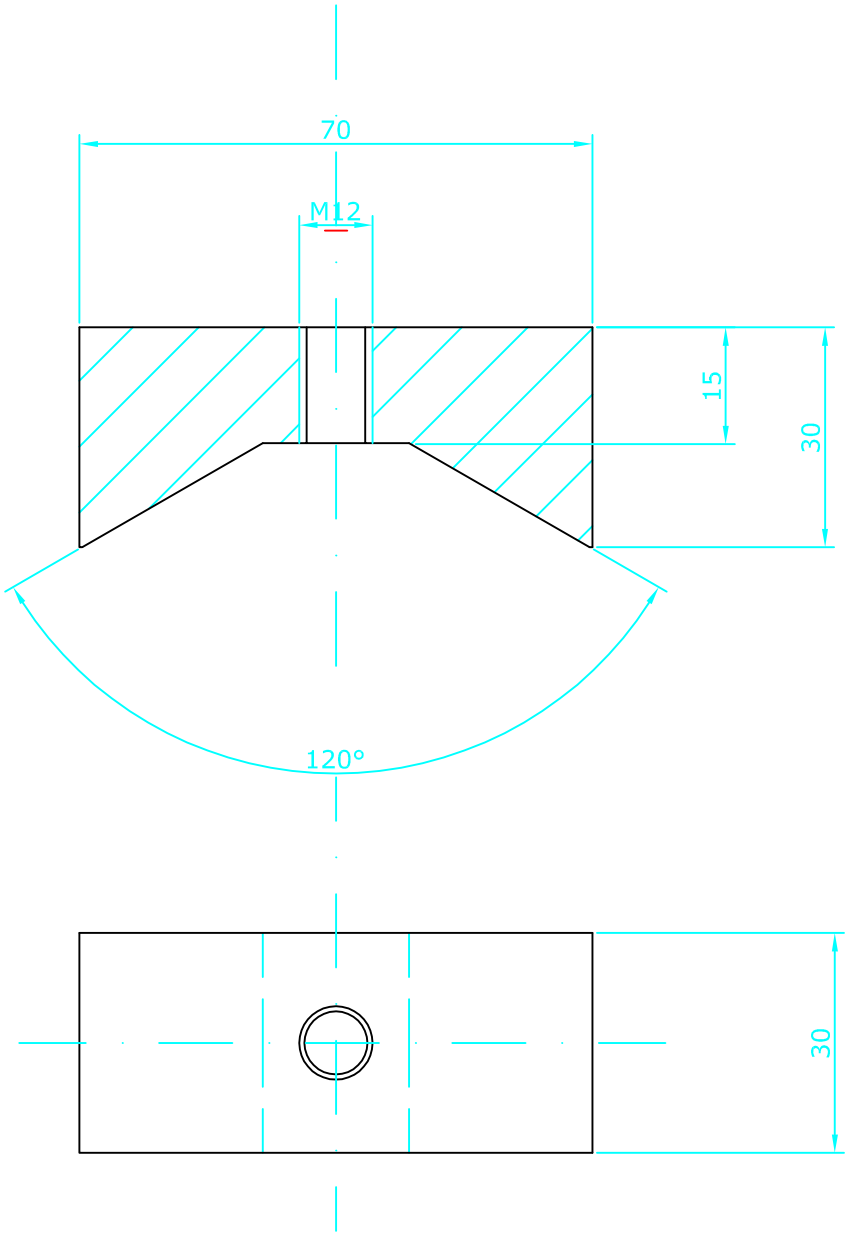
Una vez conexionados todos los dispositivos que componen el sistema se procedió a la instalación de LabView 8.2 en el P.C.. Este programa se ejecuta bajo Windows. También se instalaron los drivers de las tarjetas y de la cámara termográfica.

El siguiente paso fue desarrollar el software en LabView, y una vez conseguido, hubo que ajustar los parámetros de análisis del software. Para conseguir este ajuste se realizaron una serie de pruebas que se analizan en el siguiente capítulo.



Departamento Responsable	Referencia Técnica	Tipo de documento	Estado del documento
MOE1.2	J. Gutiérrez	Plano de conjunto	Editado

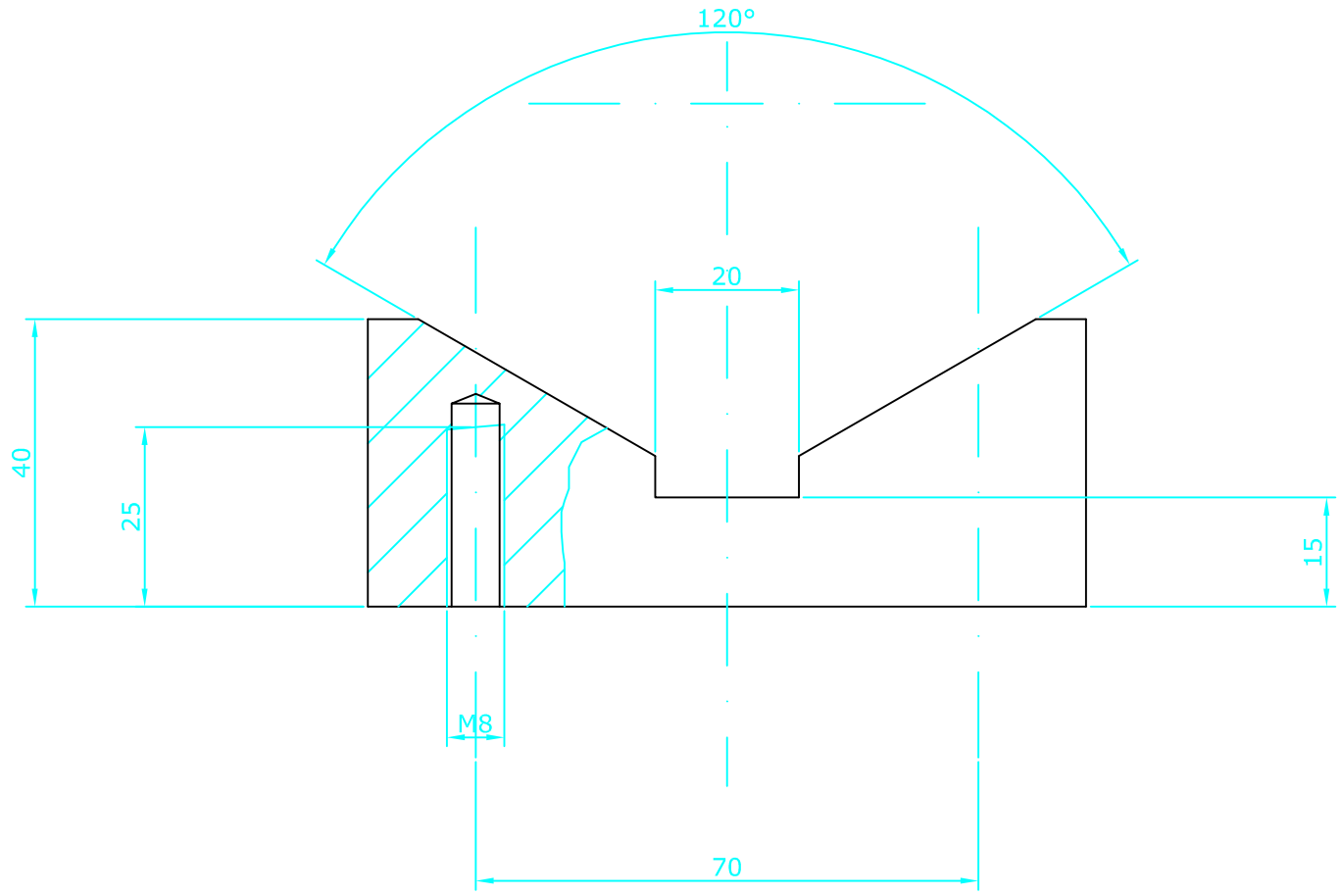
	Creado por	Título, título suplementario	U-2014-1			
Universidad de Cantabria	J. Gutiérrez	Dispositivo de fijación	Rev.	Fecha de edición	Idioma	Hoja
	Aprobado por		A	2014-06-16	es	1/8
	M. Mañana					



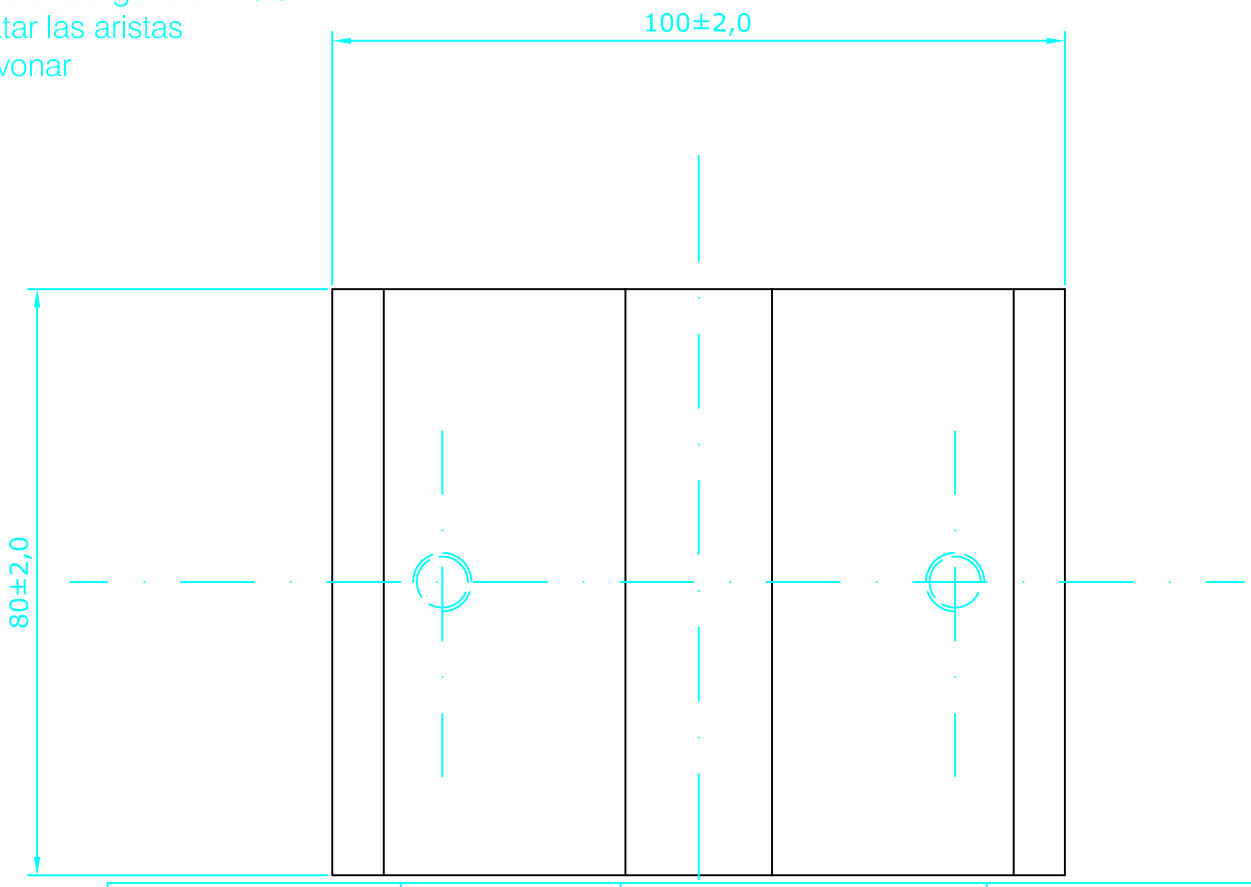
Material: F-114
Tolerancia general ±0.5
Matar las aristas
Pavonar

Departamento Responsable	Referencia Técnica	Tipo de documento	Estado del documento
MOE1.2	J. Gutiérrez	Plano de subconjunto	Editado

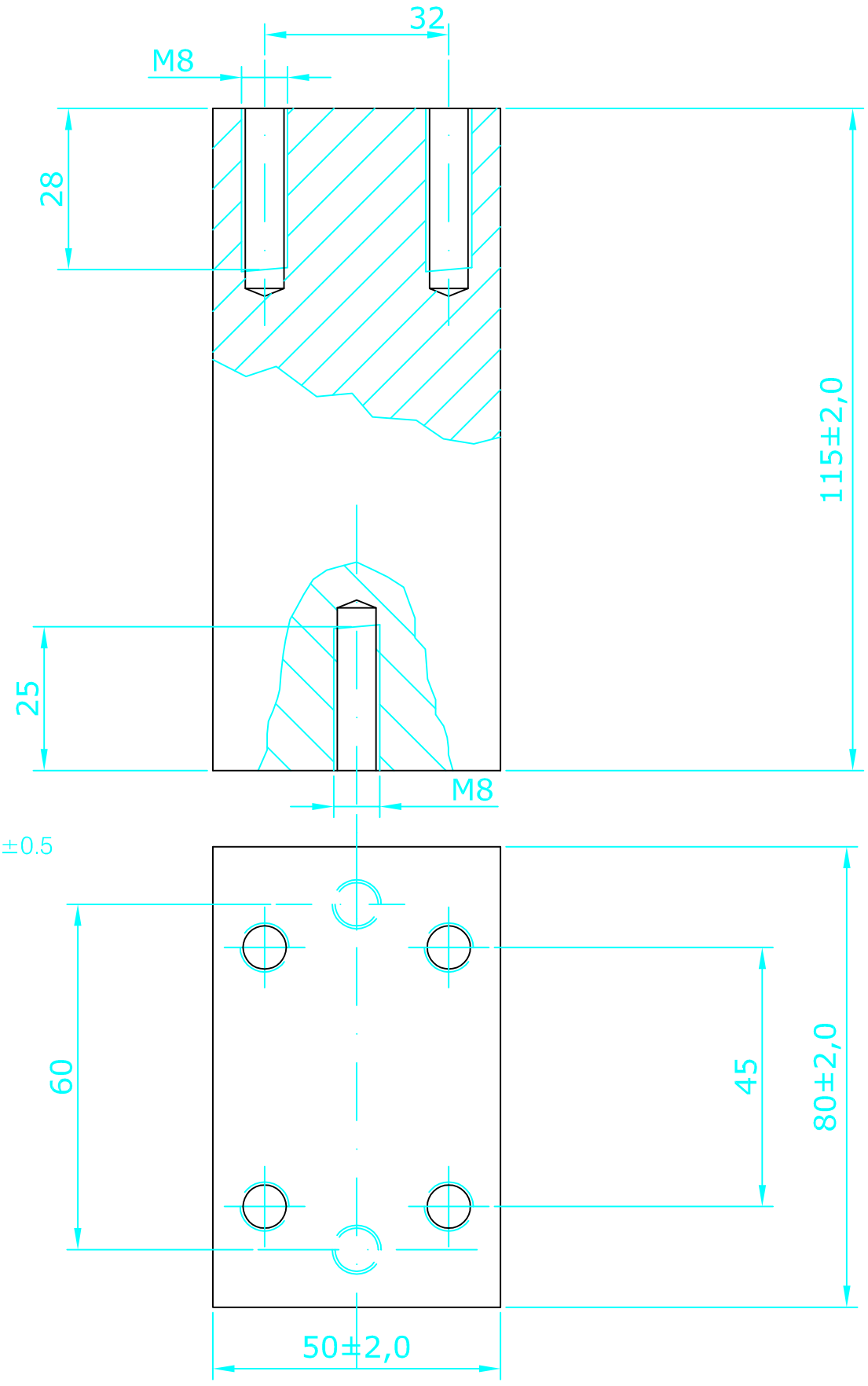
Universidad de Cantabria	Creado por: J. Gutiérrez	Título, título suplementario: Cuna de apriete superior	U-2014-2			
	Aprobado por: M. Mañana		Rev.: A	Fecha de edición: 2014-06-16	Idioma: es	Hoja: 2/8



Material: F-114
Tolerancia general ±0.5
Matar las aristas
Pavonar

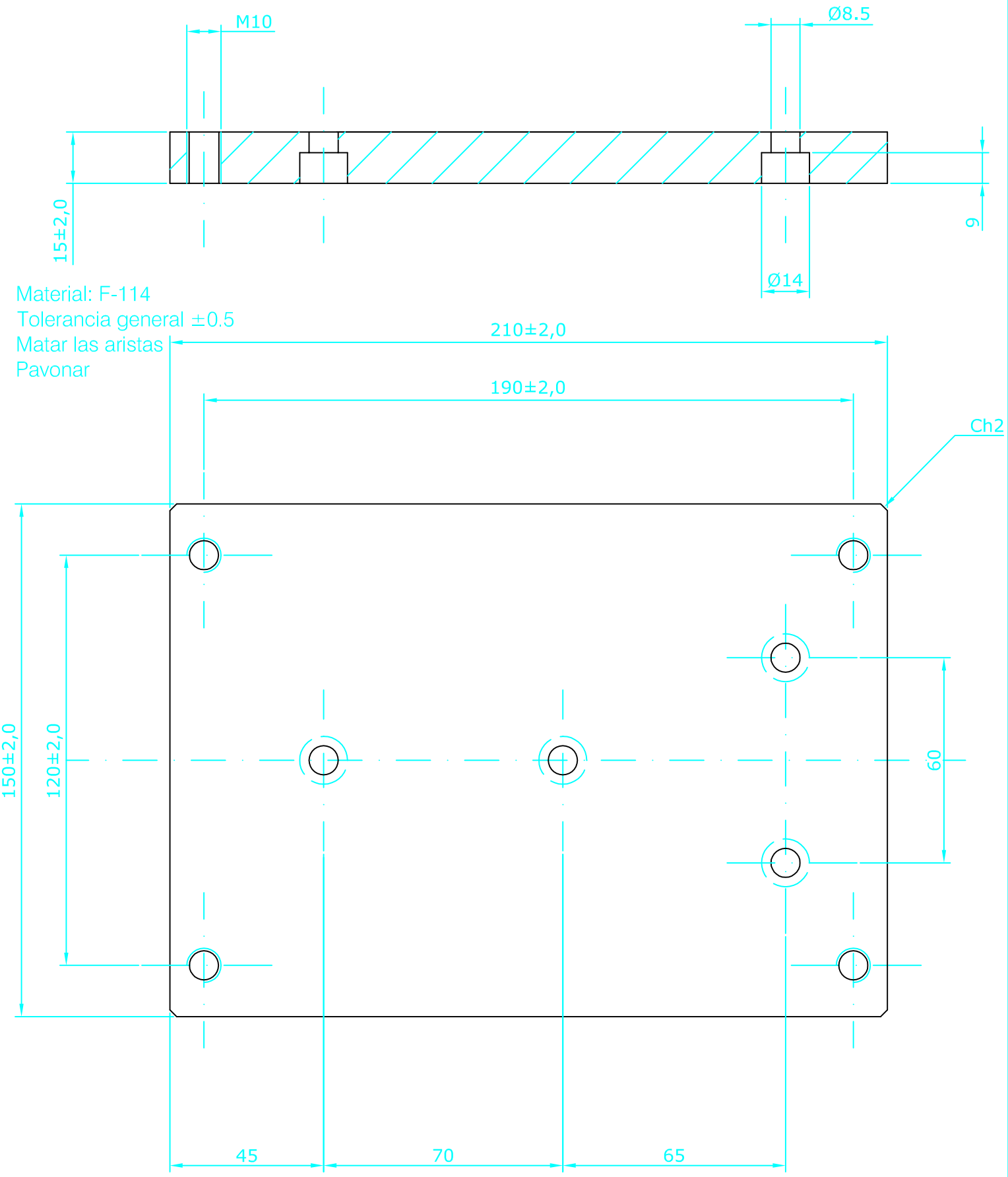


Departamento Responsable: MOE1.2	Referencia Técnica: J. Gutiérrez	Tipo de documento: Plano de subconjunto	Estado del documento: Editado
Universidad de Cantabria	Creado por: J. Gutiérrez	Título, título suplementario: Cuna de apriete inferior	U-2014-3
	Aprobado por: M. Mañana	Rev.: A / Fecha de edición: 2014-06-16 / Idioma: es / Hoja: 3/8	



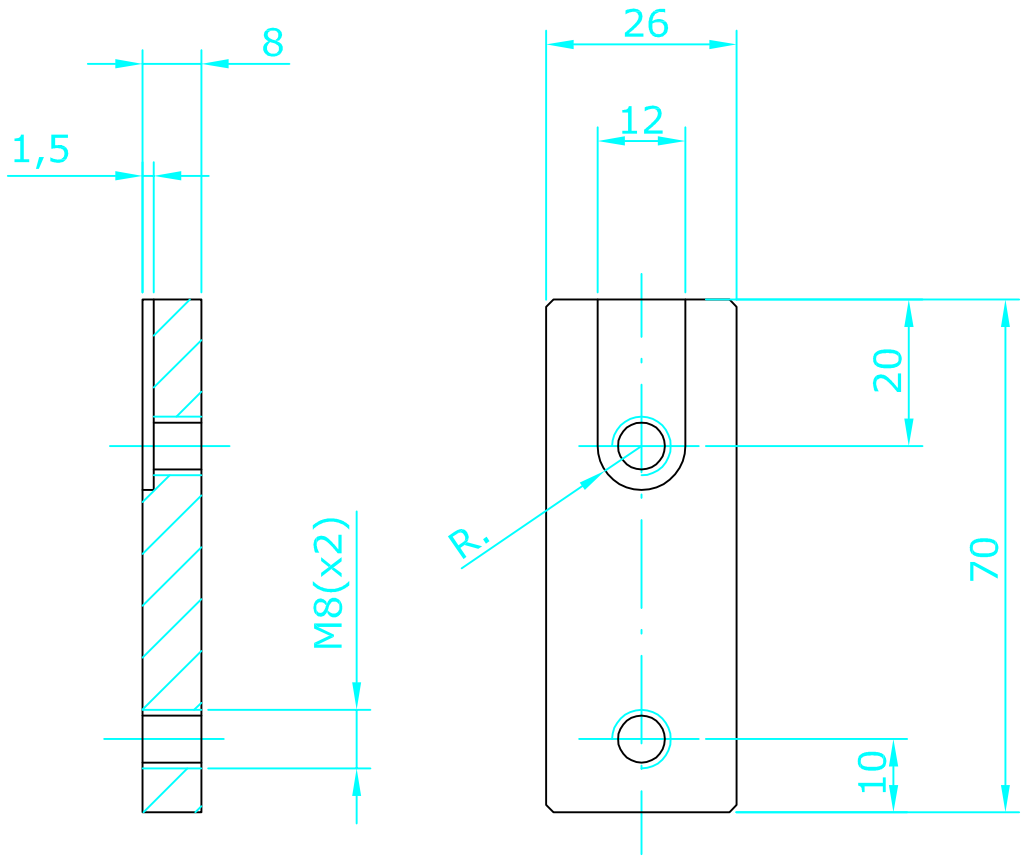
Material: F-114
Tolerancia general ±0.5
Matar las aristas
Pavonar

Departamento Responsable	Referencia Técnica	Tipo de documento	Estado del documento			
MOE1.2	J. Gutiérrez	Plano de subconjunto	Editado			
Universidad de Cantabria	Creado por: J. Gutiérrez	Título, título suplementario: Soporte del apriete	U-2014-4			
	Aprobado por: M. Mañana		Rev.: A	Fecha de edición: 2014-06-16	Idioma: es	Hoja: 4/8



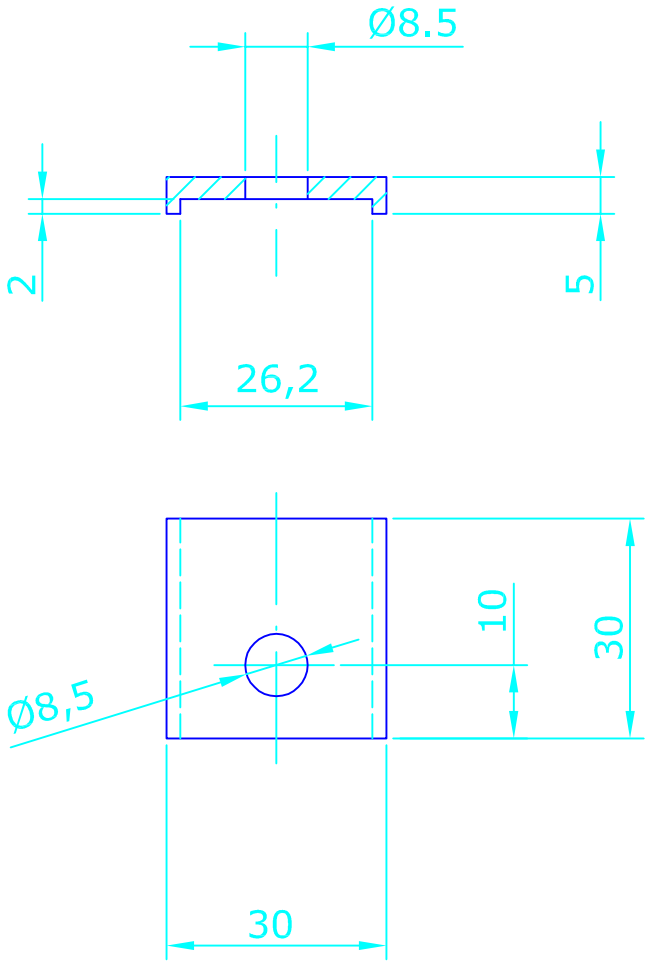
Departamento Responsable	Referencia Técnica	Tipo de documento	Estado del documento
MOE1.2	J. Gutiérrez	Plano de subconjunto	Editado

	Creado por	Título, título suplementario	U-2014-5			
Universidad de Cantabria	J. Gutiérrez	Placa base				
	Aprobado por		Rev.	Fecha de edición	Idioma	Hoja
	M. Mañana		A	2014-06-16	es	5/8



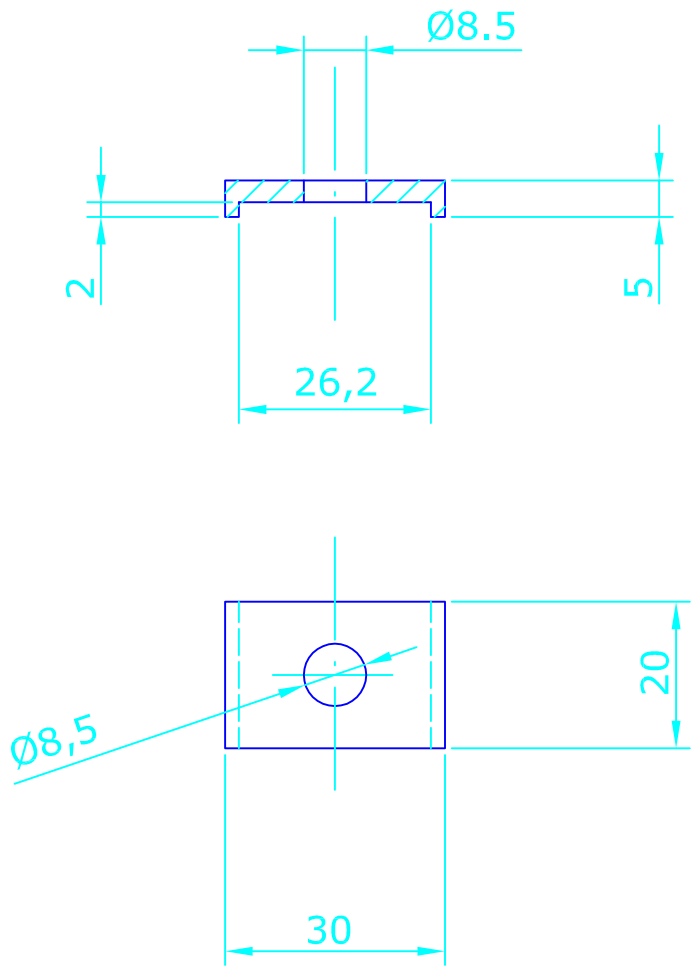
Material: Bronce
Tolerancia general ±0.5
Matar las aristas

Departamento Responsable	Referencia Técnica	Tipo de documento	Estado del documento			
MOE1.2	J. Gutiérrez	Plano de subconjunto	Editado			
Universidad de Cantabria	Creado por: J. Gutiérrez	Título, título suplementario: Contacto 1	U-2014-6			
	Aprobado por: M. Mañana		Rev.: A	Fecha de edición: 2014-06-16	Idioma: es	Hoja: 6/8



Material: Bronce
Tolerancia general ±0.5
Matar las aristas

Departamento Responsable	Referencia Técnica	Tipo de documento	Estado del documento			
MOE1.2	J. Gutiérrez	Plano de subconjunto	Editado			
Universidad de Cantabria	Creado por: J. Gutiérrez	Título, título suplementario: Contacto 2	U-2014-7			
	Aprobado por: M. Mañana		Rev.: A	Fecha de edición: 2014-06-16	Idioma: es	Hoja: 7/8



Material: Bronce
Tolerancia general ±0.5
Matar las aristas

Departamento Responsable	Referencia Técnica	Tipo de documento	Estado del documento			
MOE1.2	J. Gutiérrez	Plano de subconjunto	Editado			
Universidad de Cantabria	Creado por: J. Gutiérrez	Título, título suplementario: Contacto 3	U-2014-8			
	Aprobado por: M. Mañana		Rev.: A	Fecha de edición: 2014-06-16	Idioma: es	Hoja: 8/8

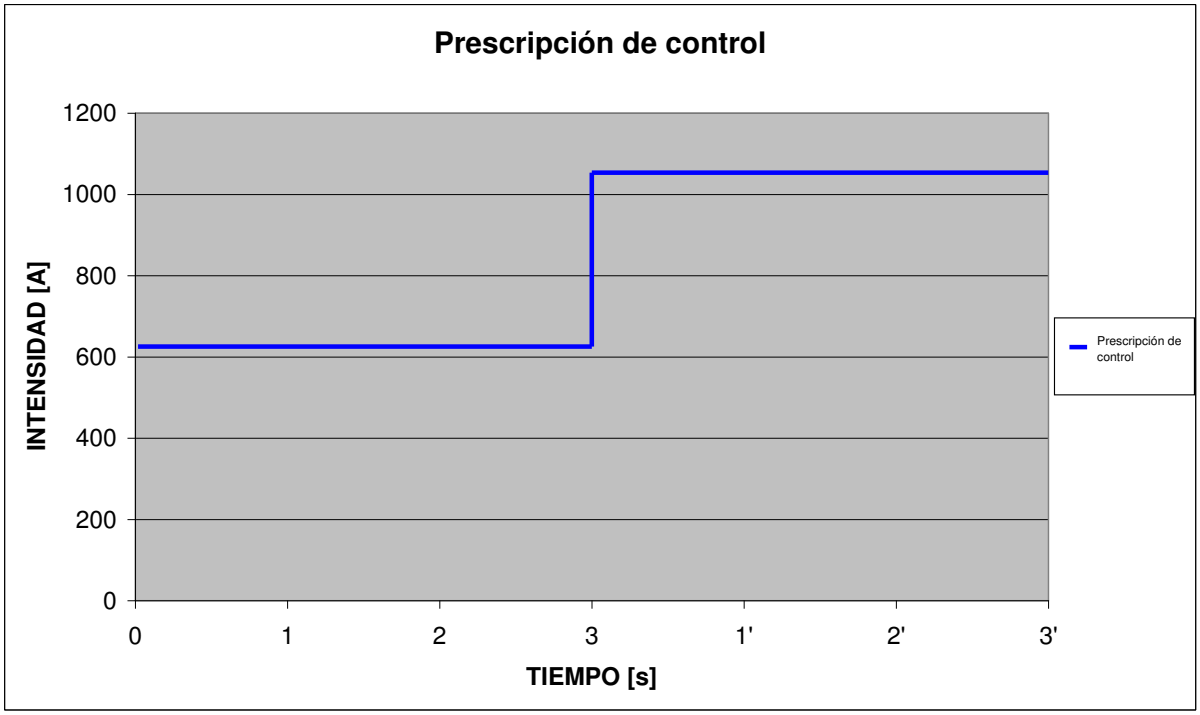
7.- PRUEBAS REALIZADAS Y RESULTADOS

7.1.- Consideraciones previas

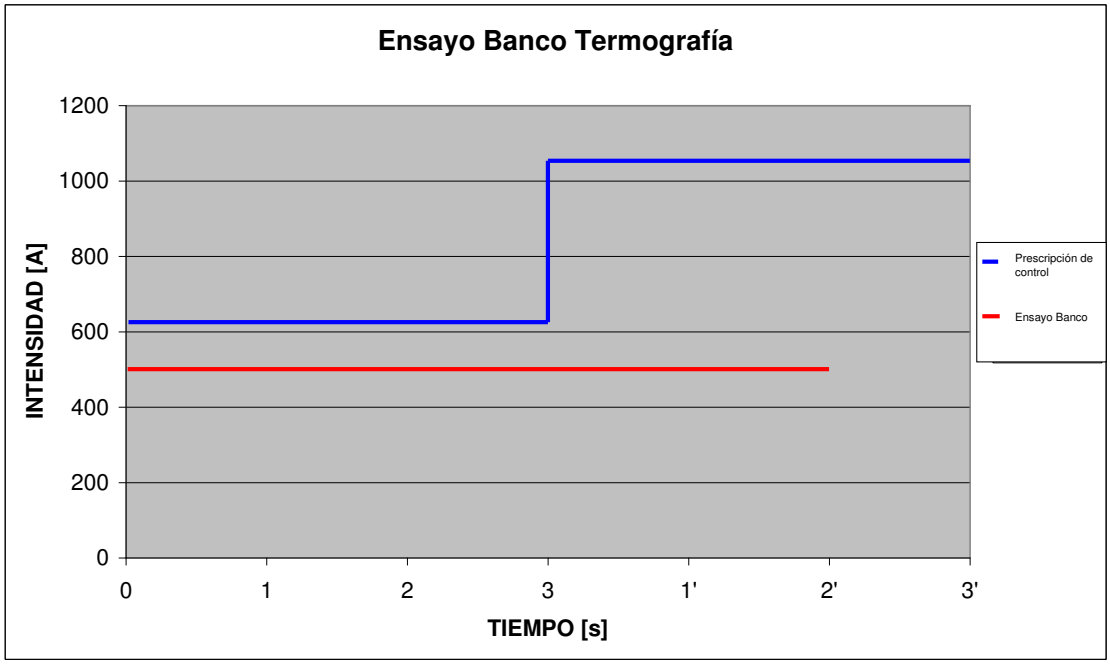
Una vez que el diseño hardware y software está definido, es necesario ajustar los parámetros generales y de análisis para obtener un resultado óptimo en todas las condiciones. Para llevar a cabo este ajuste se han realizado una serie de pruebas, analizando los resultados para obtener empíricamente los valores finales. Sólo se han ensayado los patrones con el menor defecto posible, es decir, una vuelta menos. Como el sistema ha cumplido las expectativas y ha sido capaz de manifestar el defecto, no ha hecho falta analizar los fallos mayores, que lógicamente también pueden ser detectados.

7.2.- Determinación de la intensidad máxima permitida en el ensayo

El cliente proporciona una prescripción de prueba del motor que lleva las carcasas inductoras. Esta prescripción consiste en aplicarle un par-freno de 60Nm durante 3 segundos y otro par-freno de 95Nm durante otros 3 segundos. Durante los 3 primeros segundos el motor demanda 840A y durante los 3 últimos demanda 1115A. Como las dos pruebas se realizan seguidas, tenemos la siguiente gráfica Intensidad-Tiempo que no se puede sobrepasar:



Gráfica con ensayo del banco final de termografía:



La intensidad que finalmente se ha definido es 470A durante 5 segundos, tal y como se explica a continuación, con lo que no existe posibilidad de dañar las carcasas.

7.3.- Ensayos realizados

7.3.1.- Ensayo 1: Carcasa no aislada, una vuelta menos, 300A durante 5 segundos. Umbral:20; Tiempo análisis:6; Nº comparaciones No Ok:3

Carcasa Buena

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	16,076	0,398	16,000	20,000
	2	16,004	0,065	16,000	17,000
	3	16,000	0,000	16,000	16,000
	4	16,000	0,000	16,000	16,000
	5	16,000	0,000	16,000	16,000
	6	16,000	0,000	16,000	16,000
2	1	23,867	2,972	16,000	32,000
	2	22,126	2,692	16,000	31,000
	3	18,106	2,104	16,000	24,000
	4	18,129	2,360	16,000	26,000
	5	17,838	2,053	16,000	24,000
	6	17,899	2,274	16,000	25,000
3	1	39,449	3,252	26,000	47,000
	2	36,556	3,116	19,000	44,000
	3	32,121	2,703	24,000	41,000
	4	31,031	3,534	23,000	39,000
	5	31,712	3,605	23,000	40,000
	6	30,601	4,530	16,000	40,000
4	1	52,111	3,542	38,000	60,000
	2	48,833	3,170	29,000	57,000
	3	43,798	2,657	36,000	52,000
	4	42,089	3,393	33,000	49,000
	5	43,813	3,433	32,000	53,000
	6	43,869	4,222	28,000	55,000
5	1	67,036	3,446	51,000	73,000
	2	60,916	3,346	44,000	70,000
	3	56,010	3,164	47,000	64,000
	4	54,818	4,266	44,000	63,000
	5	57,939	3,947	46,000	66,000
	6	55,439	4,924	40,000	65,000
6	1	77,098	3,606	61,000	85,000
	2	72,703	3,973	46,000	81,000
	3	66,773	2,910	59,000	75,000
	4	64,853	4,745	52,000	74,000
	5	68,702	4,240	57,000	77,000
	6	66,934	5,111	52,000	77,000
7	1	96,907	4,458	74,000	106,000
	2	90,297	4,598	64,000	103,000
	3	86,591	3,119	78,000	94,000
	4	84,067	5,457	71,000	95,000
	5	86,879	4,984	71,000	97,000
	6	84,652	5,934	64,000	96,000
8	1	108,809	4,618	86,000	121,000
	2	102,008	4,693	71,000	113,000
	3	97,525	3,388	85,000	110,000
	4	95,622	5,189	84,000	106,000
	5	98,798	4,329	86,000	107,000
	6	96,949	5,529	79,000	106,000
9	1	123,978	5,082	99,000	131,000
	2	115,669	5,097	82,000	127,000
	3	111,066	4,016	97,000	121,000
	4	108,711	5,732	95,000	121,000
	5	113,374	5,551	96,000	124,000
	6	109,303	6,320	89,000	120,000
10	1	141,791	5,280	113,000	151,000
	2	133,347	6,334	99,000	143,000
	3	127,717	4,627	112,000	139,000
	4	125,947	6,710	111,000	141,000
	5	130,793	5,533	114,000	140,000
	6	128,379	7,712	105,000	141,000

FOTO 1

FOTO 2

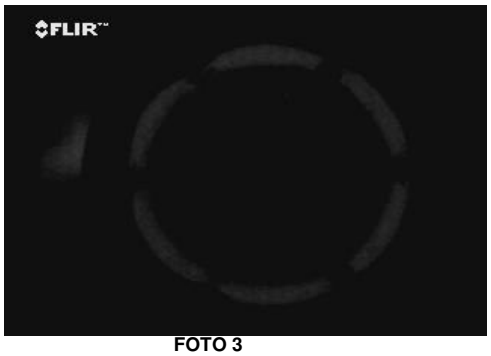


FOTO 3

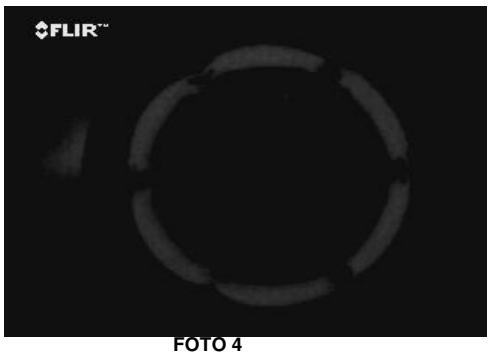


FOTO 4

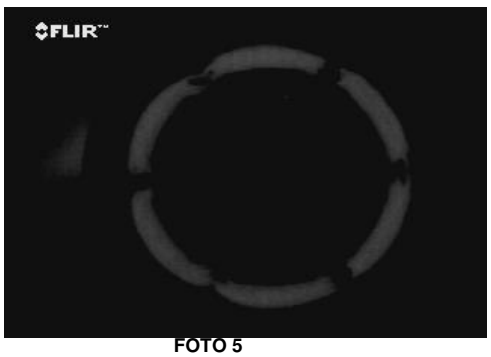


FOTO 5

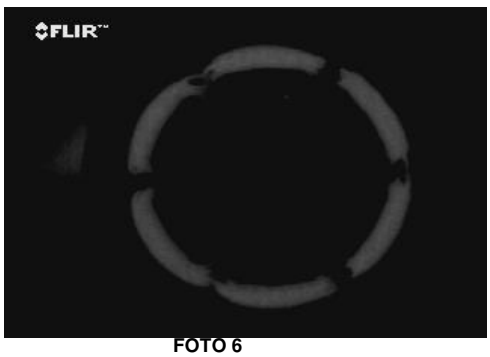


FOTO 6

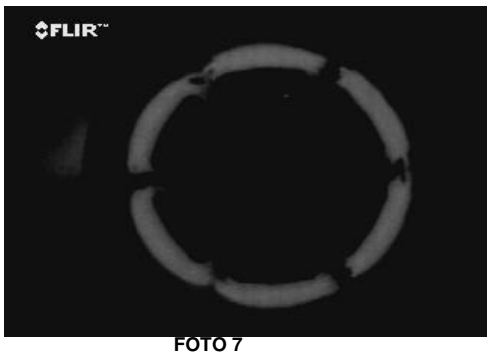


FOTO 7

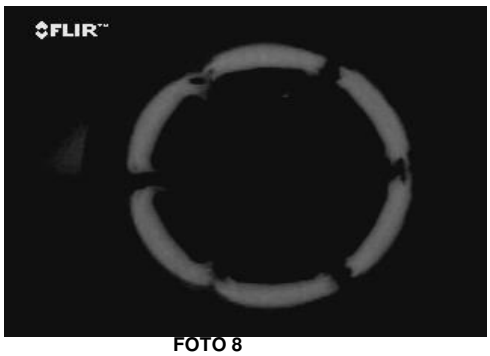


FOTO 8

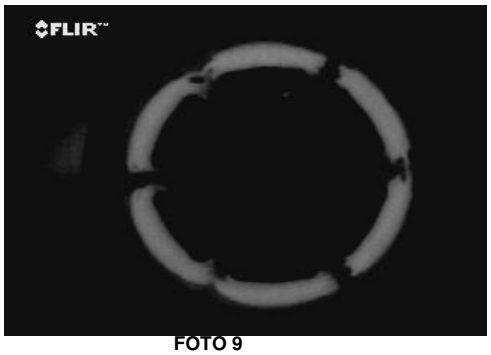


FOTO 9

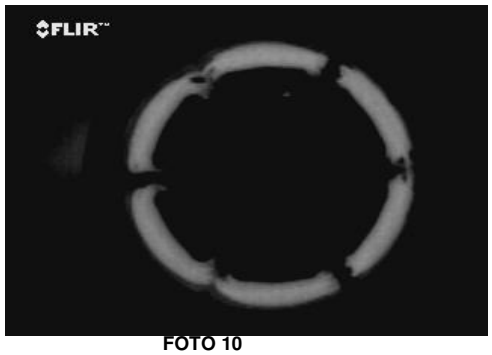


FOTO 10

Fallo en posición 1 (arriba)

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	20,502	2,560	16,000	28,000
	2	16,004	0,065	16,000	17,000
	3	16,005	0,071	16,000	17,000
	4	16,000	0,000	16,000	16,000
	5	16,081	0,431	16,000	19,000
	6	16,000	0,000	16,000	16,000
2	1	28,333	2,760	21,000	34,000
	2	16,925	1,542	16,000	23,000
	3	16,995	1,444	16,000	23,000
	4	16,413	0,944	16,000	22,000
	5	17,753	1,947	16,000	25,000
	6	17,131	1,862	16,000	26,000
3	1	43,862	2,073	37,000	51,000
	2	28,607	3,566	20,000	36,000
	3	29,232	2,959	19,000	38,000
	4	27,236	2,970	19,000	36,000
	5	31,455	3,182	24,000	41,000
	6	27,808	3,561	17,000	36,000
4	1	60,236	2,994	51,000	69,000
	2	41,025	3,584	32,000	50,000
	3	41,106	3,007	28,000	50,000
	4	40,640	3,364	28,000	48,000
	5	43,141	2,823	36,000	51,000
	6	40,859	3,925	29,000	48,000
5	1	77,244	3,050	63,000	84,000
	2	54,879	3,701	44,000	64,000
	3	54,000	4,279	38,000	62,000
	4	54,422	3,392	44,000	63,000
	5	58,500	3,607	48,000	66,000
	6	54,227	4,450	44,000	64,000
6	1	91,618	3,302	80,000	99,000
	2	67,996	4,270	56,000	79,000
	3	65,995	3,800	51,000	74,000
	4	66,467	3,900	53,000	74,000
	5	70,808	3,279	63,000	77,000
	6	67,025	4,798	50,000	75,000
7	1	108,822	3,170	99,000	117,000
	2	82,490	4,338	68,000	92,000
	3	79,167	4,051	61,000	86,000
	4	80,538	3,941	69,000	90,000
	5	85,652	3,424	77,000	92,000
	6	81,540	5,231	65,000	92,000
8	1	128,809	3,634	118,000	137,000
	2	97,866	3,728	87,000	106,000
	3	94,636	4,320	76,000	104,000
	4	96,191	3,742	87,000	104,000
	5	101,020	3,062	94,000	111,000
	6	97,101	5,425	78,000	107,000
9	1	142,413	3,701	124,000	150,000
	2	108,456	4,058	97,000	118,000
	3	102,828	4,344	82,000	111,000
	4	105,440	4,287	95,000	115,000
	5	111,000	3,109	101,000	118,000
	6	106,298	6,386	87,000	120,000
10	1	155,213	3,903	139,000	164,000
	2	118,900	4,786	105,000	130,000
	3	113,439	5,020	91,000	122,000
	4	116,831	4,890	102,000	128,000
	5	122,571	3,703	112,000	134,000
	6	117,636	7,100	97,000	129,000

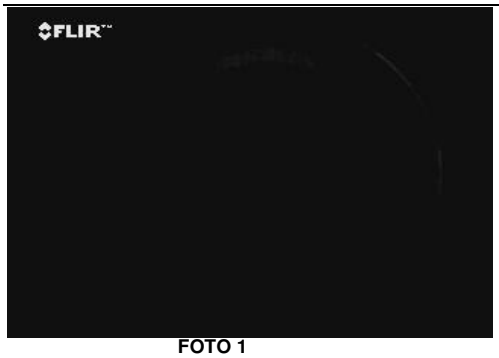


FOTO 1

FOTO 2

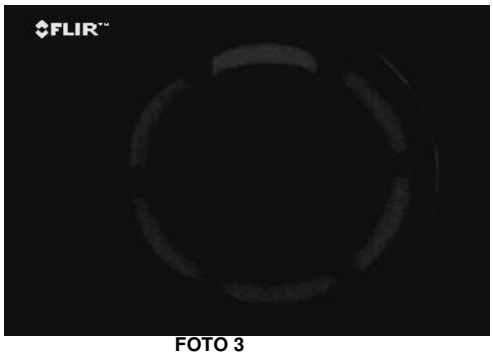


FOTO 3

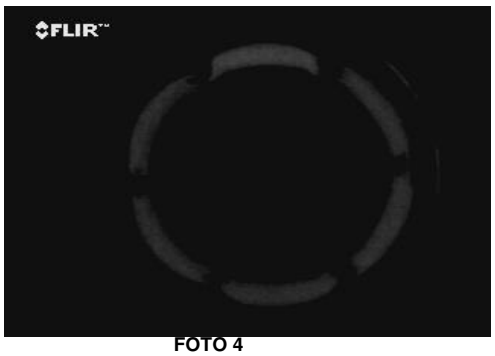


FOTO 4

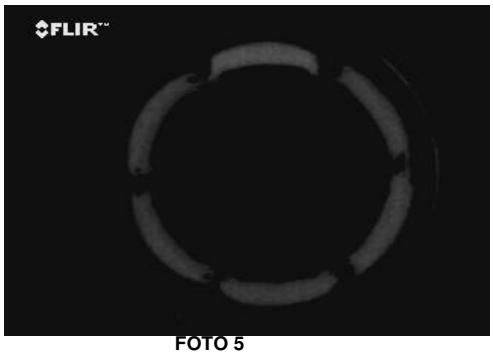


FOTO 5

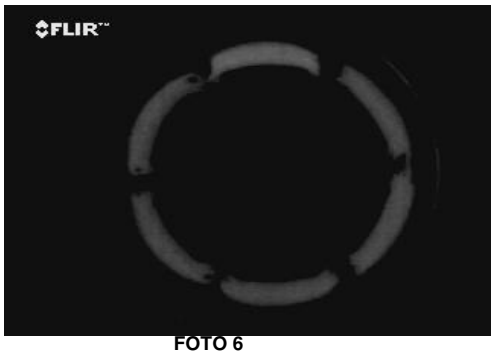


FOTO 6

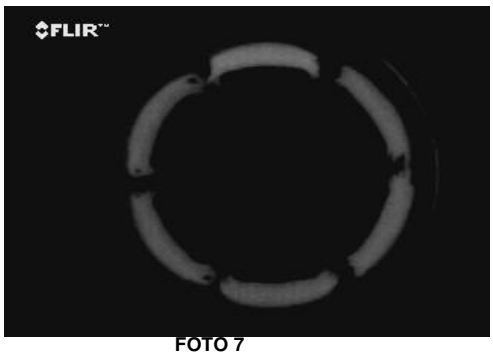


FOTO 7

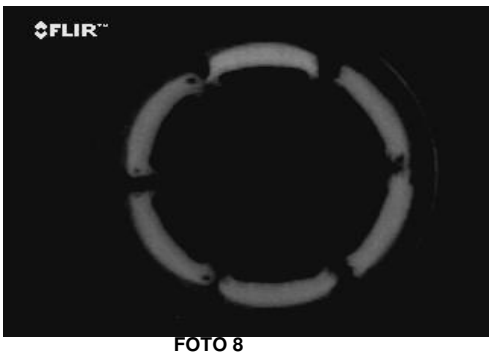


FOTO 8

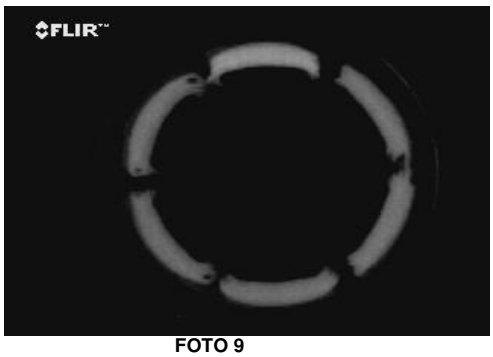


FOTO 9

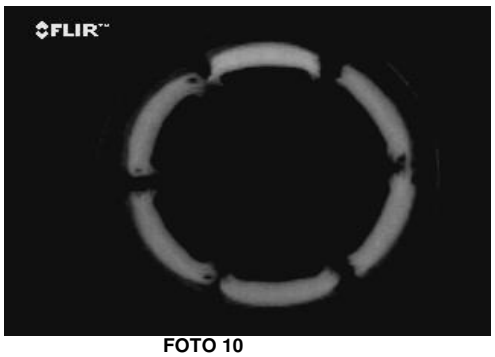


FOTO 10

Fallo en posición 2 (sentido antihorario)

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	16,347	0,936	16,000	22,000
	2	32,749	2,944	16,000	40,000
	3	16,025	0,212	16,000	18,000
	4	16,000	0,000	16,000	16,000
	5	16,010	0,100	16,000	17,000
	6	16,025	0,234	16,000	19,000
2	1	16,796	1,341	16,000	22,000
	2	35,490	2,844	20,000	43,000
	3	16,116	0,416	16,000	19,000
	4	16,058	0,342	16,000	19,000
	5	16,141	0,493	16,000	19,000
	6	16,162	0,748	16,000	23,000
3	1	29,267	3,007	22,000	36,000
	2	52,029	3,534	38,000	60,000
	3	25,530	3,620	16,000	33,000
	4	25,151	3,067	18,000	33,000
	5	27,783	2,486	22,000	35,000
	6	25,172	3,817	16,000	37,000
4	1	40,849	2,809	34,000	48,000
	2	68,201	3,911	49,000	79,000
	3	36,455	3,217	27,000	44,000
	4	36,102	3,258	24,000	44,000
	5	38,894	2,203	32,000	45,000
	6	36,894	3,966	25,000	45,000
5	1	55,716	2,971	48,000	65,000
	2	87,197	3,801	64,000	96,000
	3	51,712	3,257	40,000	60,000
	4	50,320	3,096	41,000	56,000
	5	53,631	2,990	46,000	63,000
	6	51,667	3,759	40,000	61,000
6	1	69,769	3,110	63,000	78,000
	2	102,326	3,872	81,000	115,000
	3	61,854	3,288	51,000	70,000
	4	62,960	3,423	52,000	71,000
	5	65,556	3,174	56,000	73,000
	6	63,343	4,079	51,000	72,000
7	1	84,884	3,429	74,000	92,000
	2	120,561	4,506	95,000	134,000
	3	76,934	3,539	65,000	85,000
	4	77,462	3,370	70,000	85,000
	5	81,677	3,003	72,000	88,000
	6	78,899	4,513	66,000	89,000
8	1	98,369	3,270	91,000	106,000
	2	137,983	4,563	110,000	147,000
	3	90,692	3,303	80,000	99,000
	4	91,138	3,680	80,000	99,000
	5	94,697	2,940	87,000	100,000
	6	92,470	5,115	74,000	102,000
9	1	108,973	3,500	99,000	117,000
	2	151,285	4,546	119,000	163,000
	3	99,172	3,007	84,000	106,000
	4	99,636	3,895	89,000	109,000
	5	104,172	3,108	95,000	111,000
	6	102,323	5,640	82,000	114,000
10	1	124,427	4,088	113,000	135,000
	2	167,084	5,448	133,000	179,000
	3	114,268	3,555	99,000	122,000
	4	113,733	4,191	103,000	126,000
	5	120,788	3,633	108,000	130,000
	6	116,293	5,844	99,000	129,000

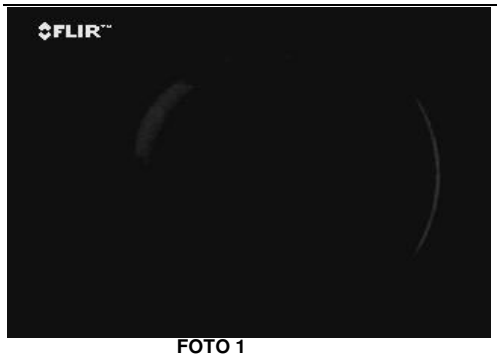


FOTO 1

FOTO 2

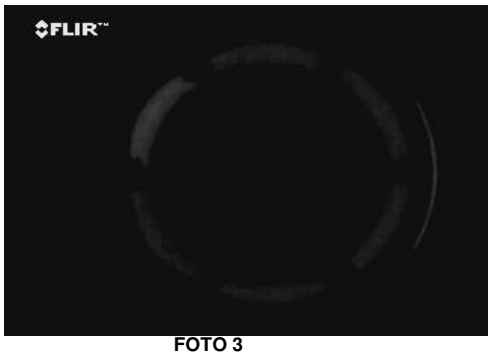


FOTO 3

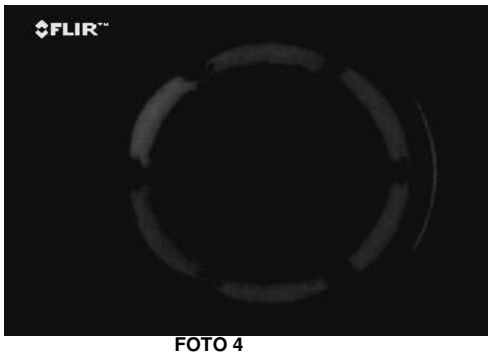


FOTO 4

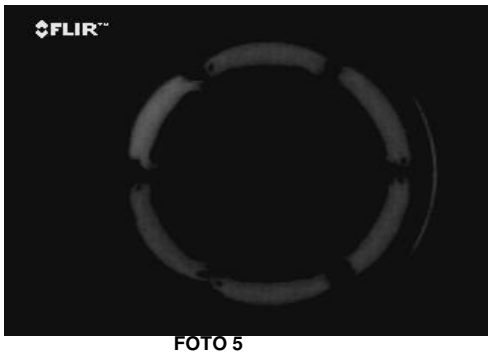


FOTO 5

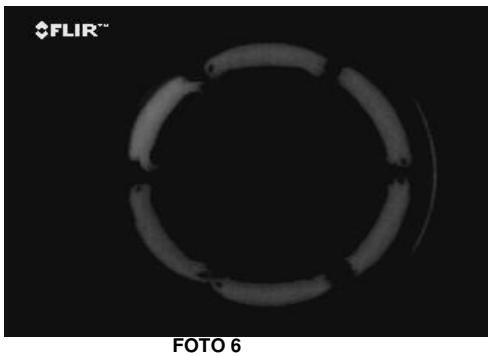


FOTO 6

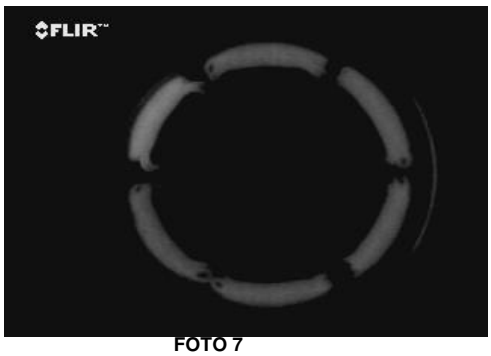


FOTO 7

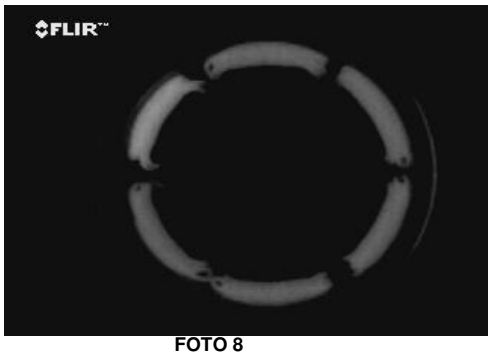


FOTO 8

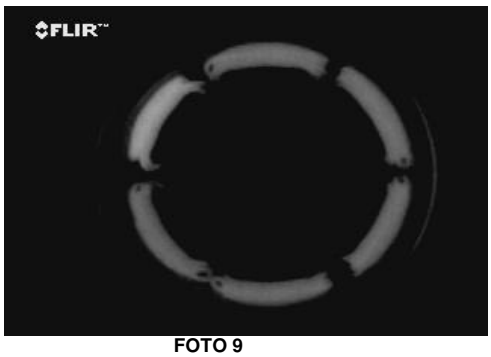


FOTO 9

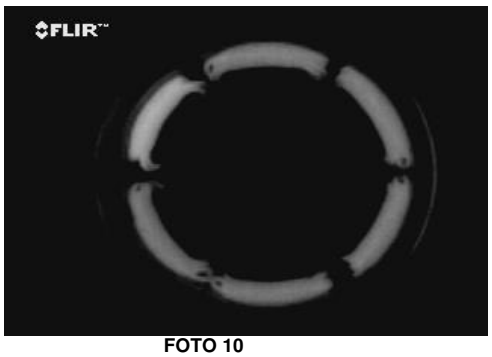


FOTO 10

Fallo en posición 3 (sentido antihorario)

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	16,000	0,000	16,000	16,000
	2	16,025	0,181	16,000	18,000
	3	18,111	2,079	16,000	25,000
	4	16,000	0,000	16,000	16,000
	5	16,000	0,000	16,000	16,000
	6	16,000	0,000	16,000	16,000
2	1	28,587	2,807	23,000	38,000
	2	30,259	3,028	20,000	39,000
	3	38,227	2,751	31,000	47,000
	4	25,960	3,339	16,000	35,000
	5	25,328	2,622	18,000	31,000
	6	24,854	3,481	17,000	34,000
3	1	41,533	2,491	33,000	49,000
	2	42,782	2,851	33,000	52,000
	3	51,157	2,829	44,000	60,000
	4	37,378	3,294	27,000	45,000
	5	36,773	2,485	28,000	42,000
	6	34,899	3,786	22,000	44,000
4	1	52,040	2,937	44,000	59,000
	2	53,251	2,912	44,000	61,000
	3	64,591	2,848	57,000	71,000
	4	47,204	2,980	37,000	55,000
	5	47,924	2,412	39,000	55,000
	6	45,152	3,903	32,000	54,000
5	1	70,404	3,505	62,000	81,000
	2	71,632	3,508	59,000	81,000
	3	83,838	2,686	76,000	92,000
	4	65,262	3,904	54,000	76,000
	5	66,091	2,953	58,000	75,000
	6	61,354	4,719	46,000	70,000
6	1	86,298	3,138	79,000	93,000
	2	88,523	3,692	74,000	97,000
	3	101,298	2,819	89,000	109,000
	4	79,471	4,322	69,000	91,000
	5	81,722	3,272	68,000	89,000
	6	76,758	5,694	60,000	89,000
7	1	97,662	3,534	89,000	107,000
	2	98,741	3,508	81,000	105,000
	3	114,520	3,105	103,000	123,000
	4	90,009	4,560	79,000	100,000
	5	93,162	3,271	82,000	99,000
	6	87,172	6,391	70,000	99,000
8	1	114,667	4,268	100,000	126,000
	2	115,146	3,652	98,000	122,000
	3	133,818	3,366	126,000	143,000
	4	106,204	4,676	95,000	116,000
	5	109,232	3,724	98,000	116,000
	6	102,793	5,710	87,000	113,000
9	1	126,831	4,645	116,000	138,000
	2	128,799	4,415	103,000	136,000
	3	147,177	3,518	136,000	155,000
	4	117,271	5,657	103,000	131,000
	5	122,187	4,159	109,000	132,000
	6	113,146	6,829	92,000	124,000
10	1	141,818	4,658	129,000	152,000
	2	143,105	4,780	117,000	151,000
	3	162,374	3,940	148,000	172,000
	4	133,022	5,964	117,000	146,000
	5	137,359	3,890	124,000	145,000
	6	127,051	7,616	106,000	140,000

FOTO 1

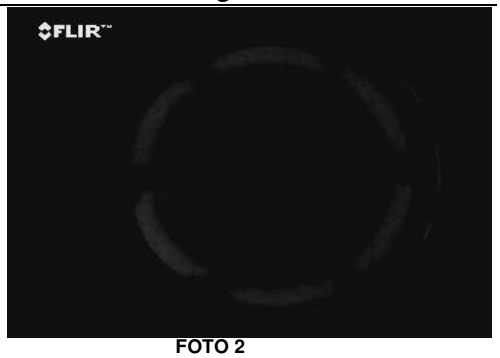


FOTO 2

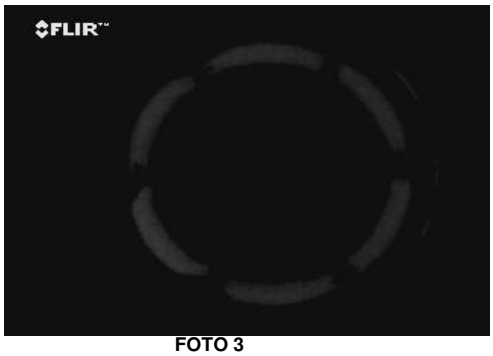


FOTO 3

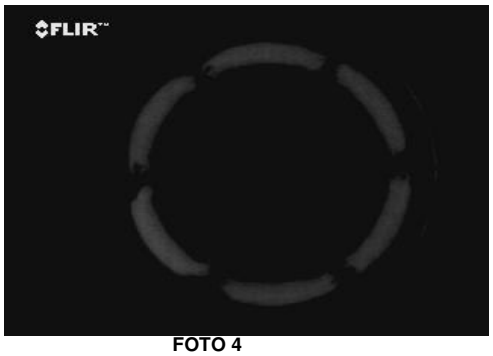


FOTO 4

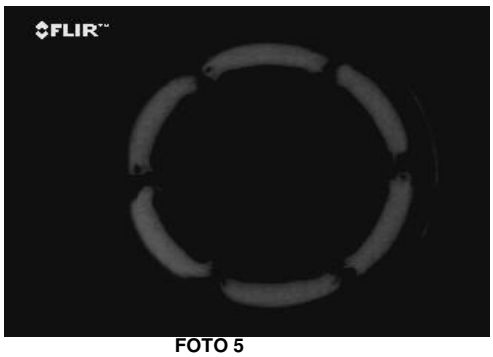


FOTO 5

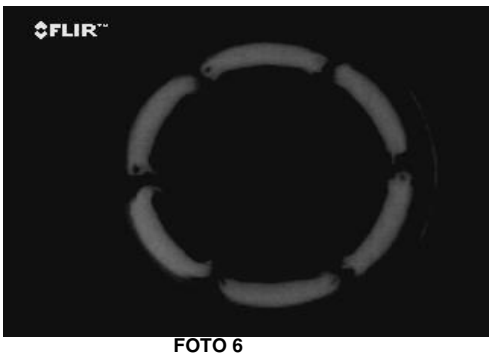


FOTO 6

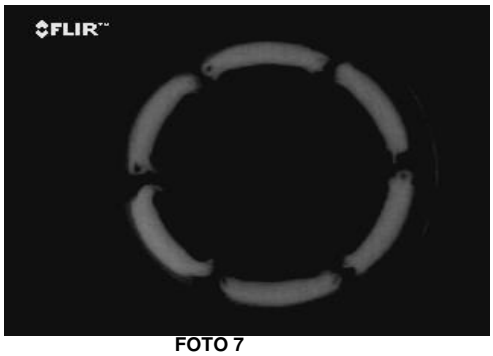


FOTO 7

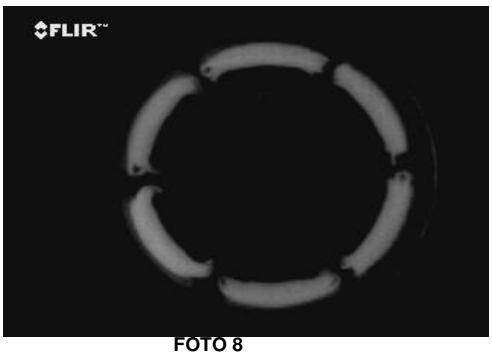


FOTO 8

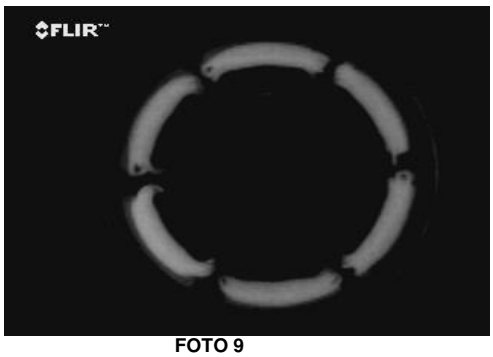


FOTO 9

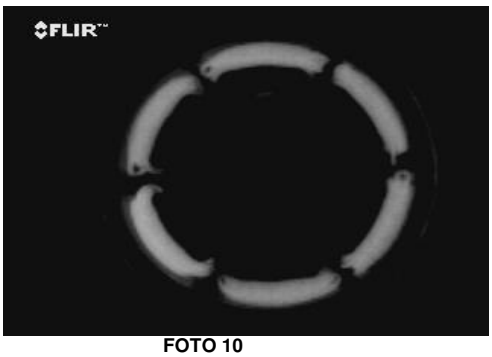


FOTO 10

Fallo en posición 4 (sentido antihorario)

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	23,413	2,866	16,000	32,000
	2	24,552	3,183	16,000	33,000
	3	19,581	2,462	16,000	26,000
	4	30,222	3,418	21,000	39,000
	5	21,556	2,952	16,000	29,000
	6	21,657	2,896	16,000	28,000
2	1	27,471	3,117	18,000	35,000
	2	29,640	2,856	22,000	37,000
	3	25,268	2,771	16,000	31,000
	4	35,982	3,450	29,000	44,000
	5	27,086	2,842	19,000	33,000
	6	27,242	3,057	20,000	35,000
3	1	42,689	2,858	37,000	50,000
	2	45,222	2,724	39,000	55,000
	3	39,520	2,674	31,000	46,000
	4	53,044	3,680	45,000	64,000
	5	42,268	2,934	34,000	50,000
	6	43,015	2,354	32,000	49,000
4	1	56,920	2,953	49,000	64,000
	2	59,272	3,459	50,000	67,000
	3	50,667	2,644	44,000	59,000
	4	68,427	3,820	58,000	77,000
	5	55,343	3,370	44,000	64,000
	6	56,369	3,413	47,000	63,000
5	1	72,102	2,689	66,000	80,000
	2	74,515	3,515	65,000	85,000
	3	64,818	3,245	57,000	73,000
	4	84,538	4,347	75,000	95,000
	5	70,010	3,556	61,000	79,000
	6	70,717	3,480	61,000	78,000
6	1	83,760	3,253	74,000	92,000
	2	85,946	3,714	76,000	97,000
	3	74,783	2,839	66,000	82,000
	4	97,013	4,524	87,000	108,000
	5	81,126	3,922	71,000	90,000
	6	82,096	3,917	66,000	92,000
7	1	96,640	3,090	85,000	103,000
	2	98,351	3,172	88,000	106,000
	3	86,485	2,645	80,000	95,000
	4	111,218	5,999	99,000	128,000
	5	94,010	4,009	82,000	105,000
	6	94,298	4,051	78,000	102,000
8	1	109,604	3,236	97,000	117,000
	2	112,490	3,432	100,000	121,000
	3	97,455	2,822	90,000	105,000
	4	127,151	5,829	115,000	144,000
	5	107,126	4,244	95,000	116,000
	6	107,899	4,499	95,000	116,000
9	1	124,404	3,955	113,000	135,000
	2	126,762	4,440	113,000	136,000
	3	109,677	2,974	102,000	122,000
	4	143,053	5,809	129,000	155,000
	5	120,146	4,184	109,000	132,000
	6	122,101	4,877	109,000	132,000
10	1	139,471	3,436	128,000	148,000
	2	143,523	4,082	130,000	152,000
	3	125,874	3,140	118,000	134,000
	4	159,111	6,577	145,000	173,000
	5	137,717	4,556	123,000	148,000
	6	138,990	5,092	117,000	148,000

FOTO 1

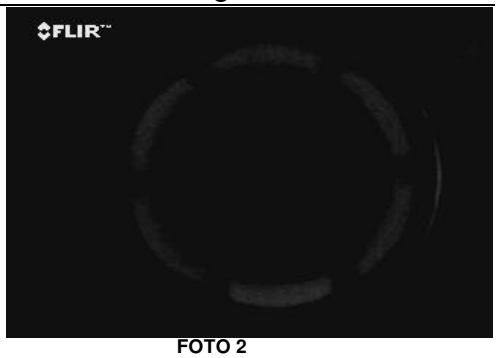


FOTO 2

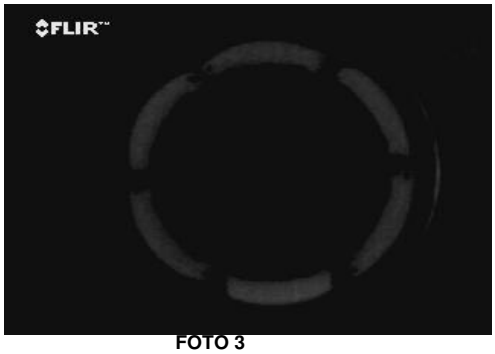


FOTO 3

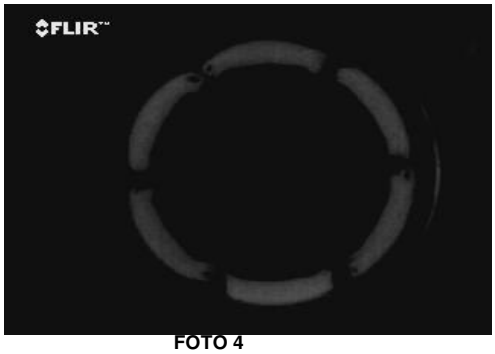


FOTO 4

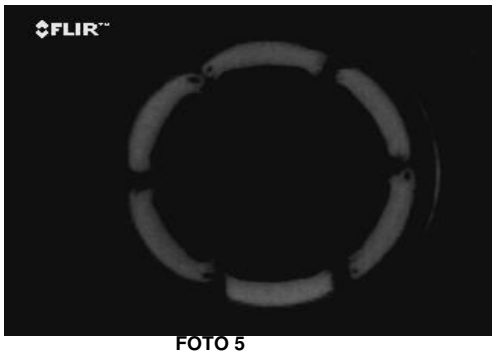


FOTO 5

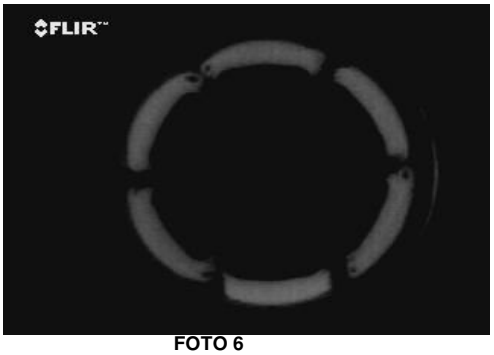


FOTO 6

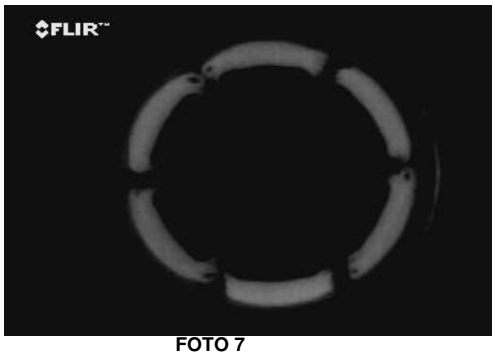


FOTO 7

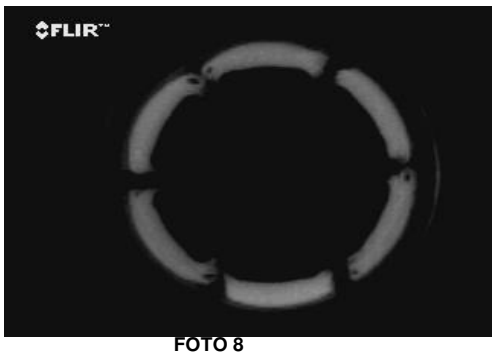


FOTO 8

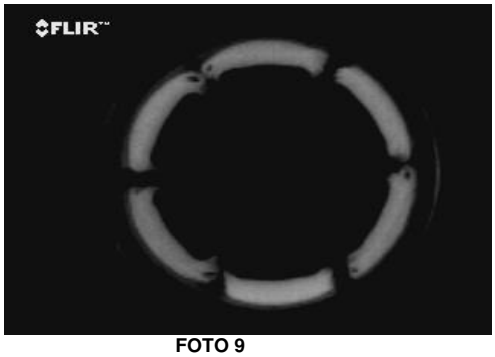


FOTO 9

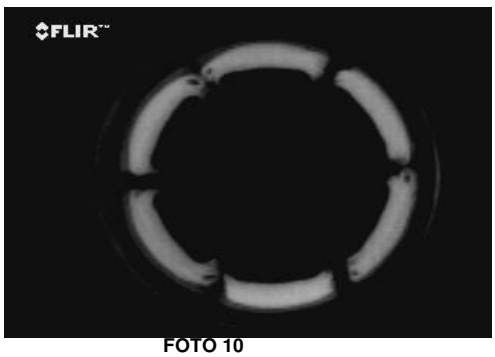


FOTO 10

Fallo en posición 5 (sentido antihorario)

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	16,729	1,290	16,000	22,000
	2	18,310	2,255	16,000	25,000
	3	17,010	1,720	16,000	24,000
	4	16,209	0,677	16,000	20,000
	5	27,929	3,001	21,000	37,000
	6	16,480	1,081	16,000	22,000
2	1	18,547	2,195	16,000	25,000
	2	20,464	3,016	16,000	26,000
	3	18,843	2,314	16,000	27,000
	4	16,893	1,375	16,000	23,000
	5	31,763	3,096	25,000	40,000
	6	17,611	1,971	16,000	24,000
3	1	36,293	2,785	29,000	43,000
	2	38,515	3,338	26,000	45,000
	3	35,722	2,798	29,000	44,000
	4	34,044	3,338	25,000	44,000
	5	52,222	3,311	44,000	62,000
	6	36,020	2,767	28,000	44,000
4	1	47,311	3,014	37,000	55,000
	2	49,569	3,390	40,000	58,000
	3	46,111	2,476	41,000	53,000
	4	43,698	2,963	33,000	50,000
	5	66,369	3,506	58,000	74,000
	6	45,732	2,873	38,000	53,000
5	1	63,436	3,000	56,000	71,000
	2	65,615	3,759	54,000	76,000
	3	61,056	2,762	54,000	67,000
	4	59,609	4,100	45,000	68,000
	5	84,126	3,619	74,000	95,000
	6	62,136	3,692	51,000	71,000
6	1	76,124	2,909	69,000	83,000
	2	78,808	3,933	68,000	91,000
	3	73,333	3,065	65,000	80,000
	4	71,471	3,962	60,000	80,000
	5	98,657	3,822	89,000	109,000
	6	73,040	3,923	63,000	82,000
7	1	88,018	3,192	77,000	97,000
	2	91,544	4,433	80,000	100,000
	3	84,904	2,950	75,000	91,000
	4	82,187	4,374	70,000	91,000
	5	113,162	4,537	102,000	123,000
	6	85,222	4,403	72,000	93,000
8	1	100,022	3,431	90,000	110,000
	2	102,067	4,067	89,000	112,000
	3	96,914	2,926	88,000	104,000
	4	93,853	4,423	81,000	102,000
	5	128,985	4,924	116,000	140,000
	6	97,581	4,347	82,000	108,000
9	1	116,364	3,572	105,000	126,000
	2	121,038	4,975	107,000	136,000
	3	113,717	3,674	101,000	122,000
	4	110,853	4,862	97,000	120,000
	5	150,010	4,599	136,000	162,000
	6	114,056	5,103	100,000	129,000
10	1	130,360	3,998	117,000	141,000
	2	134,766	4,798	118,000	146,000
	3	126,192	3,858	114,000	136,000
	4	123,924	5,802	109,000	136,000
	5	164,379	4,749	153,000	177,000
	6	127,697	5,820	110,000	138,000

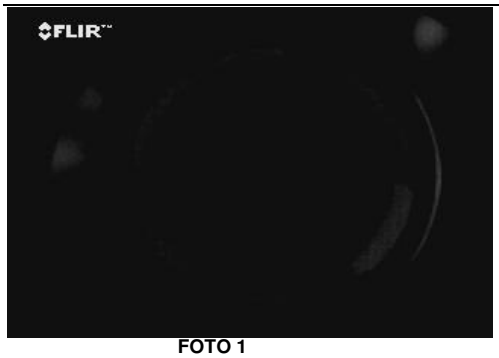


FOTO 1

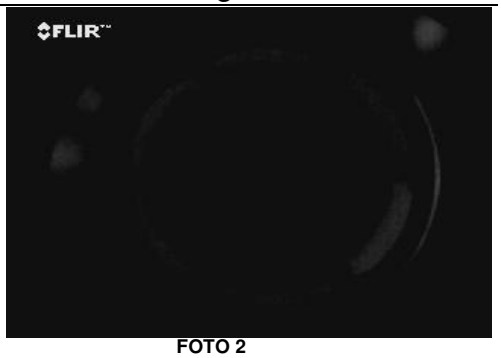


FOTO 2

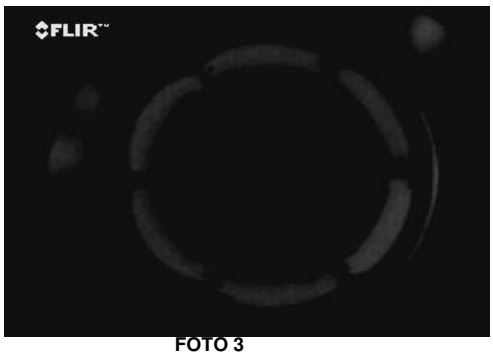


FOTO 3

FOTO 4

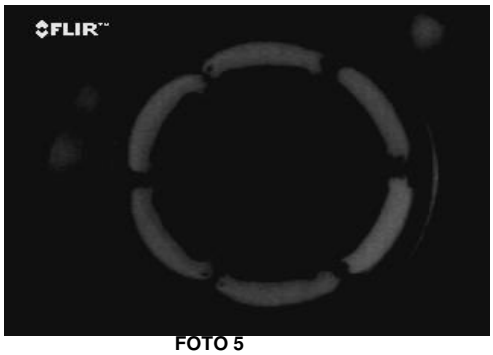


FOTO 5

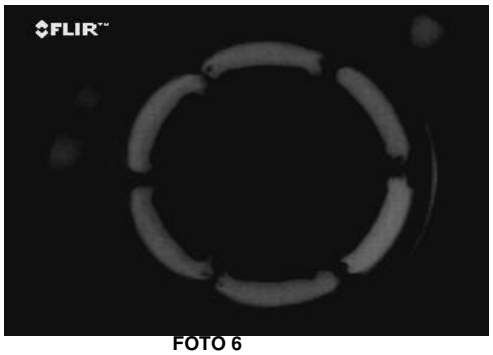


FOTO 6

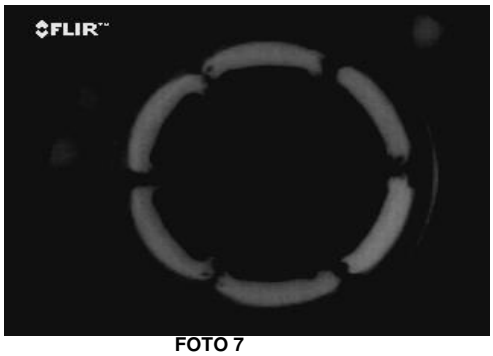


FOTO 7

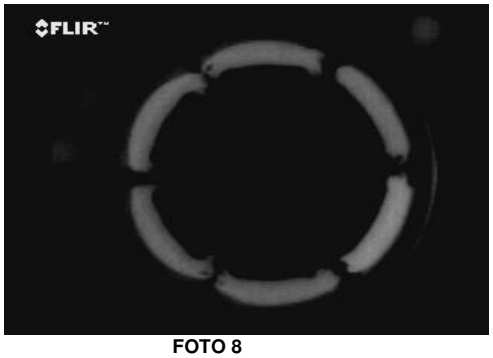


FOTO 8

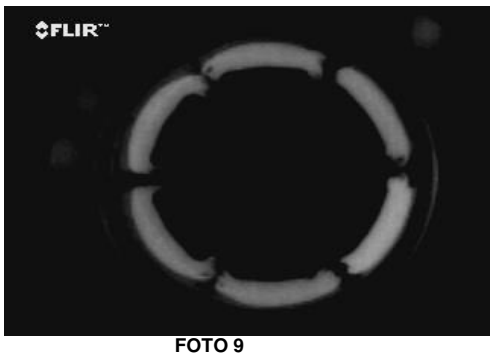


FOTO 9

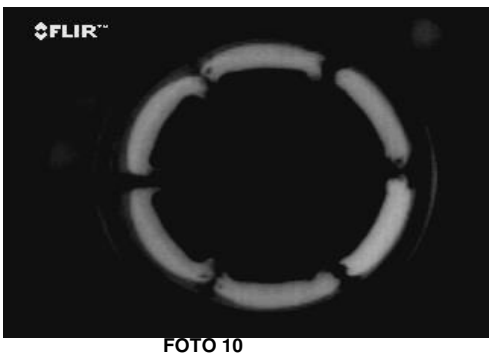


FOTO 10

Fallo en posición 6 (sentido antihorario)

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	18,556	2,388	16,000	26,000
	2	21,238	2,712	16,000	32,000
	3	17,384	1,932	16,000	25,000
	4	17,387	1,730	16,000	24,000
	5	17,323	1,716	16,000	23,000
	6	25,409	5,244	16,000	35,000
2	1	19,698	2,649	16,000	26,000
	2	22,134	2,782	16,000	30,000
	3	18,535	2,258	16,000	25,000
	4	17,880	2,172	16,000	26,000
	5	17,854	1,868	16,000	24,000
	6	26,646	5,399	16,000	38,000
3	1	36,164	2,879	28,000	44,000
	2	37,816	3,052	24,000	45,000
	3	32,556	3,334	23,000	44,000
	4	31,889	2,883	23,000	39,000
	5	32,641	3,030	26,000	40,000
	6	43,298	6,209	26,000	56,000
4	1	49,093	3,276	41,000	58,000
	2	50,096	3,299	35,000	60,000
	3	43,929	2,563	36,000	51,000
	4	44,480	2,327	37,000	52,000
	5	44,106	2,505	37,000	52,000
	6	58,258	7,170	36,000	71,000
5	1	60,676	3,488	51,000	69,000
	2	63,184	3,675	40,000	72,000
	3	54,313	3,972	43,000	64,000
	4	55,116	2,826	48,000	61,000
	5	55,116	3,240	46,000	64,000
	6	70,813	8,196	46,000	87,000
6	1	73,262	3,596	65,000	81,000
	2	74,649	3,896	54,000	83,000
	3	64,545	3,937	53,000	74,000
	4	68,022	3,153	60,000	76,000
	5	67,551	3,153	59,000	76,000
	6	84,444	8,466	56,000	98,000
7	1	85,742	3,580	76,000	94,000
	2	89,464	4,601	62,000	99,000
	3	76,859	4,218	63,000	86,000
	4	80,049	3,435	71,000	90,000
	5	80,631	3,275	72,000	89,000
	6	97,131	8,862	69,000	111,000
8	1	101,716	3,166	91,000	111,000
	2	103,849	4,725	73,000	115,000
	3	90,677	4,254	73,000	98,000
	4	94,667	3,369	86,000	102,000
	5	94,747	3,609	85,000	103,000
	6	114,813	10,546	81,000	134,000
9	1	113,187	3,858	100,000	122,000
	2	115,318	5,476	79,000	126,000
	3	100,788	4,386	84,000	110,000
	4	104,676	3,786	91,000	115,000
	5	105,949	3,786	95,000	114,000
	6	126,960	11,648	91,000	144,000
10	1	130,160	4,625	113,000	142,000
	2	133,008	5,935	97,000	144,000
	3	115,278	5,158	98,000	126,000
	4	120,884	3,946	110,000	131,000
	5	122,470	4,460	113,000	133,000
	6	143,005	12,310	104,000	161,000

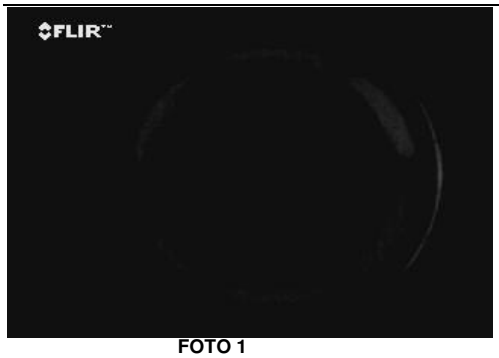


FOTO 1

FOTO 2

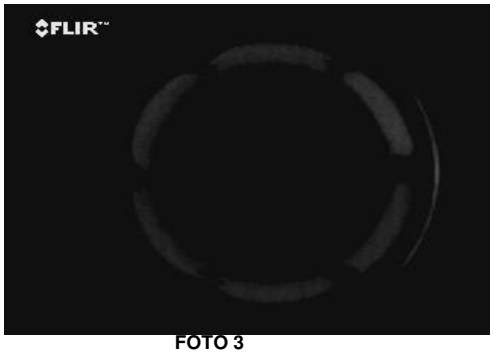


FOTO 3

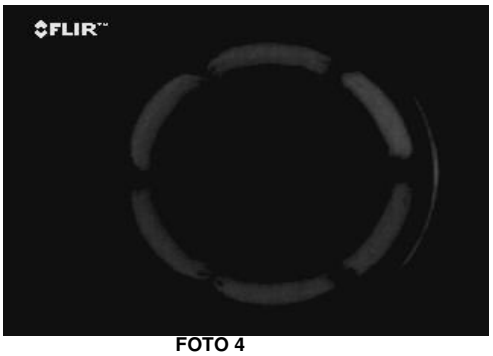


FOTO 4

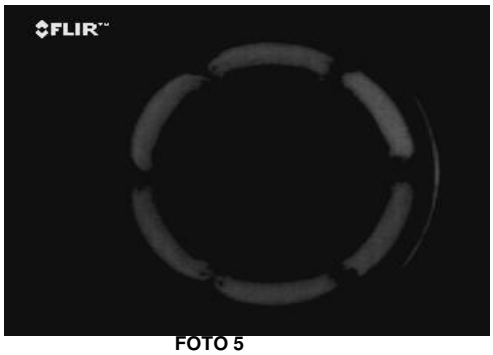


FOTO 5

FOTO 6

FOTO 7

FOTO 8

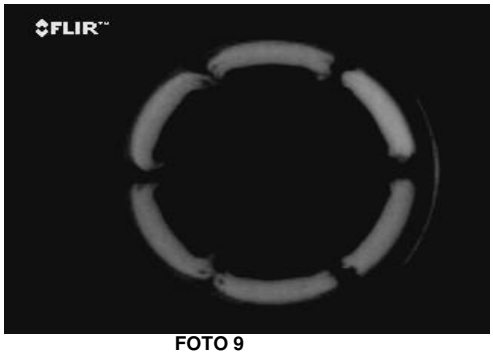


FOTO 9

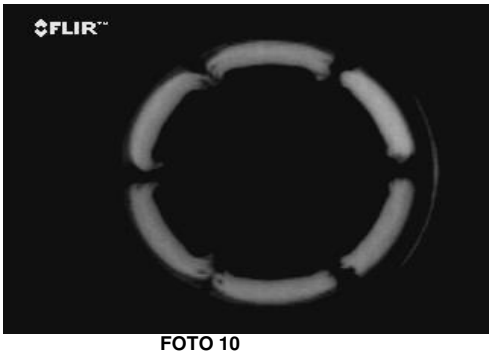


FOTO 10

Análisis de los resultados obtenidos en el Ensayo 1: Carcasa no aislada, una vuelta menos, 300A durante 5 segundos. Umbral:20; Tiempo análisis:6; Nº comparaciones No Ok:3:

Los resultados son satisfactorios, ya que el software es capaz de discriminar todas las carcasas defectuosas. Sin embargo, después de este ensayo el cliente introduce una nueva variable: el programa debe funcionar tanto para carcasas recién salidas del horno como para carcasas almacenadas. El ensayo se realizó con carcasas a una temperatura que puede asemejarse a la de un ambiente industrial, pero es necesario hacer la prueba de nuevo con carcasas "calientes". Se comprueba que la temperatura máxima a la que pueden llegar las carcasas al banco es de 45º, y se procede a realizar el ensayo calentando los patrones con ayuda de un horno. El resultado es negativo, ya que durante la prueba las bobinas no llegan a calentarse lo suficiente y quedan incluso por debajo de la temperatura de la carcasa exterior de hierro. Esto hace que el software no pueda localizar las bobinas y la prueba ni siquiera se puede llevar a cabo.

Para hacer frente a este problema se introducen dos acciones. Como primera medida se establecen tres rangos de temperaturas a medir en lugar del predeterminado que ya había. Esto quiere decir que el programa toma una imagen inicial para calcular la temperatura máxima, y después entrar en uno de los tres rangos definidos. De esta forma no se tratará igual la toma de datos de una carcasa caliente que la de una fría. Además, como segunda medida se eleva la intensidad de prueba a 500A con el fin de provocar mayor aumento de temperatura.

Una vez introducidas estas medidas se lleva a cabo el siguiente ensayo.

7.3.2.- Ensayo 2: Carcasa no aislada, una vuelta menos, 500A durante 5 segundos. Umbral:20; Tiempo análisis:6; Nº comparaciones No Ok:3

En este ensayo se ha querido comprobar, además del funcionamiento, la repetitividad del sistema. Para ello se han realizado 4 pruebas a cada patrón con un intervalo de 5 segundos entre cada prueba.

Carcasa Buena

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	20,292	0,949	18,000	22,000
	2	21,155	0,825	19,000	24,000
	3	21,500	0,739	20,000	24,000
	4	20,708	0,725	19,000	22,000
	5	19,169	0,805	17,000	21,000
	6	18,613	0,887	16,000	21,000
2	1	51,868	2,271	46,000	58,000
	2	50,704	2,553	44,000	58,000
	3	50,514	1,887	46,000	55,000
	4	48,910	2,170	44,000	53,000
	5	45,521	1,849	40,000	50,000
	6	45,542	1,829	42,000	51,000
3	1	82,285	2,468	76,000	88,000
	2	79,923	2,939	72,000	87,000
	3	77,458	2,358	72,000	85,000
	4	76,875	2,865	71,000	83,000
	5	74,951	1,983	70,000	81,000
	6	75,338	1,898	71,000	81,000
4	1	111,444	2,477	104,000	118,000
	2	106,415	3,082	99,000	114,000
	3	103,754	2,450	98,000	110,000
	4	103,076	3,329	98,000	113,000
	5	102,852	2,727	96,000	111,000
	6	101,817	2,378	96,000	107,000
5	1	140,667	2,525	135,000	146,000
	2	134,310	3,602	126,000	142,000
	3	130,620	2,997	123,000	139,000
	4	129,479	4,467	120,000	139,000
	5	130,077	2,839	121,000	136,000
	6	129,880	2,290	123,000	135,000
6	1	169,597	2,529	164,000	176,000
	2	162,303	3,824	154,000	170,000
	3	156,035	2,854	150,000	164,000
	4	155,757	5,046	146,000	171,000
	5	157,746	2,989	150,000	164,000
	6	157,563	2,387	152,000	164,000
7	1	202,007	2,629	196,000	208,000
	2	191,930	4,400	178,000	200,000
	3	184,197	3,266	177,000	191,000
	4	183,062	6,174	172,000	195,000
	5	186,852	4,092	174,000	196,000
	6	188,077	3,557	177,000	196,000
8	1	230,597	2,732	224,000	235,000
	2	218,528	4,475	209,000	227,000
	3	210,711	3,758	203,000	220,000
	4	209,542	6,637	195,000	222,000
	5	215,683	4,198	203,000	225,000
	6	216,275	3,428	208,000	223,000
9	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	234,993	0,084	234,000	235,000
	3	233,063	3,127	223,000	235,000
	4	231,021	5,116	219,000	235,000
	5	234,676	1,236	226,000	235,000
	6	234,887	0,595	230,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

FOTO 1

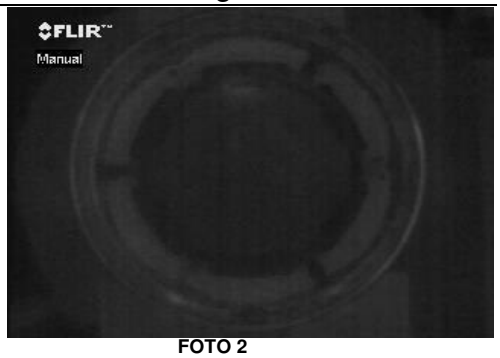


FOTO 2

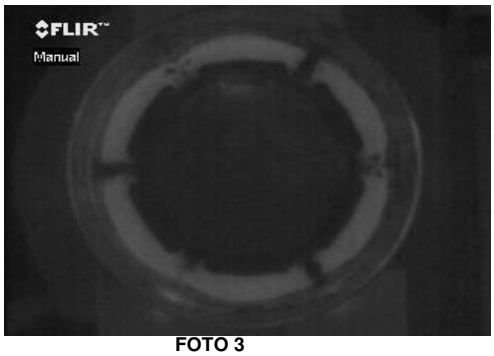


FOTO 3

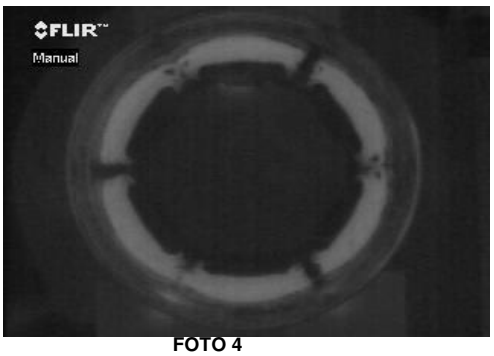


FOTO 4

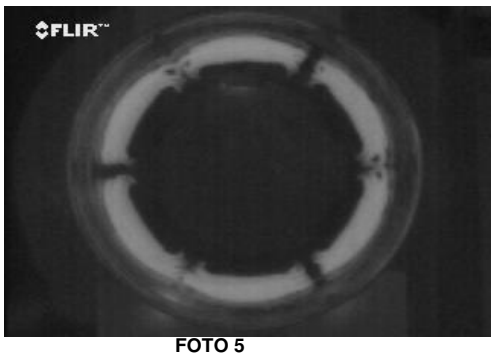


FOTO 5

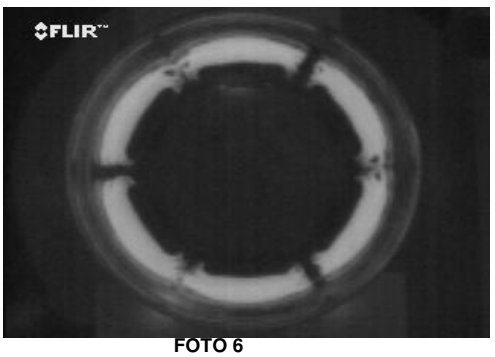


FOTO 6

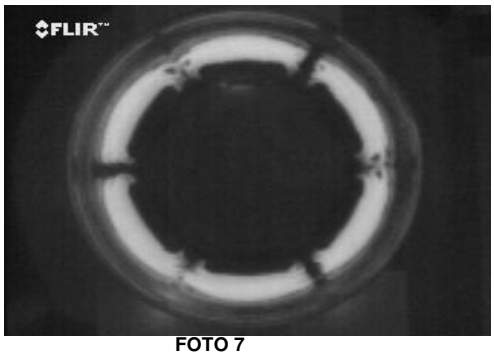


FOTO 7

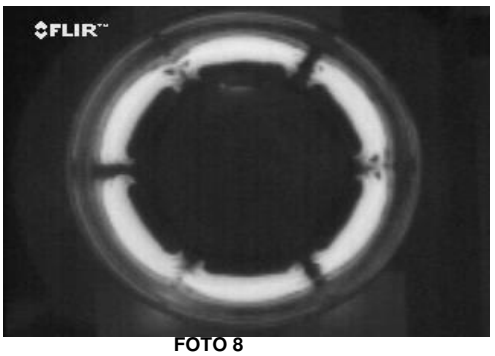


FOTO 8

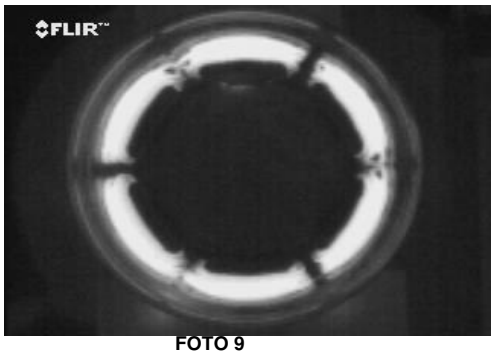


FOTO 9

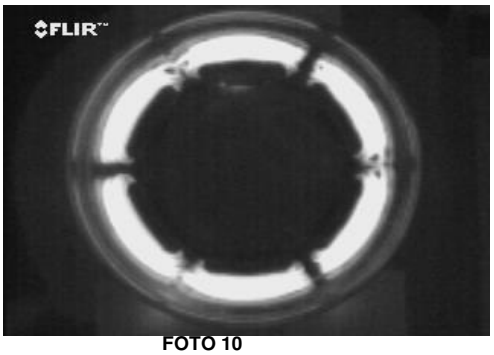


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
2	1	98,271	4,050	81,000	107,000
	2	78,106	6,227	65,000	91,000
	3	85,211	3,554	74,000	91,000
	4	89,306	3,987	81,000	97,000
	5	98,648	3,276	86,000	105,000
	6	96,049	2,628	88,000	101,000
3	1	120,007	4,434	102,000	127,000
	2	98,958	5,916	85,000	111,000
	3	104,930	3,333	95,000	111,000
	4	110,368	4,294	101,000	119,000
	5	120,683	3,630	107,000	127,000
	6	116,246	2,456	110,000	121,000
4	1	146,083	4,850	128,000	155,000
	2	122,275	6,908	108,000	136,000
	3	128,169	3,869	117,000	135,000
	4	133,757	4,374	126,000	143,000
	5	145,366	3,784	132,000	152,000
	6	141,627	2,682	134,000	147,000
5	1	168,604	5,077	150,000	179,000
	2	144,155	6,680	128,000	157,000
	3	148,620	4,133	135,000	158,000
	4	155,451	3,963	148,000	165,000
	5	167,373	3,896	154,000	174,000
	6	163,176	2,707	155,000	169,000
6	1	193,646	5,450	176,000	202,000
	2	167,085	6,880	150,000	180,000
	3	171,042	4,386	158,000	177,000
	4	179,437	4,766	170,000	190,000
	5	192,824	4,096	177,000	200,000
	6	187,725	2,781	180,000	192,000
7	1	216,160	5,067	197,000	223,000
	2	189,155	7,002	173,000	203,000
	3	191,676	4,514	177,000	198,000
	4	201,069	5,132	191,000	210,000
	5	215,148	4,199	200,000	223,000
	6	209,535	2,387	203,000	214,000
8	1	234,361	2,156	222,000	235,000
	2	211,901	7,350	193,000	225,000
	3	213,810	4,581	201,000	222,000
	4	223,625	5,201	213,000	233,000
	5	234,592	1,454	224,000	235,000
	6	233,782	2,070	227,000	235,000
9	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	231,366	5,015	214,000	235,000
	3	233,465	3,186	219,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

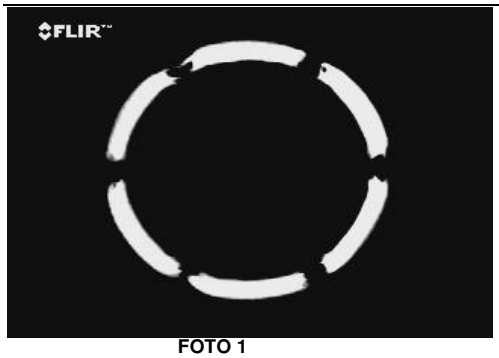


FOTO 1

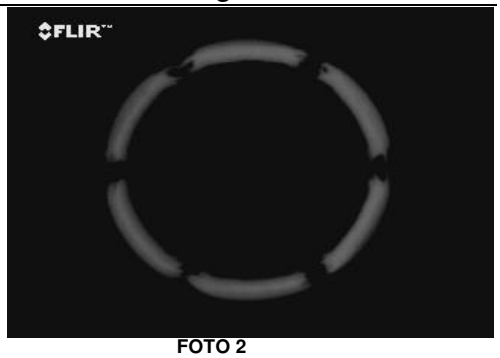


FOTO 2

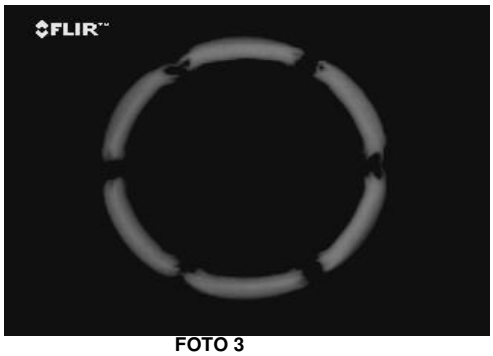


FOTO 3

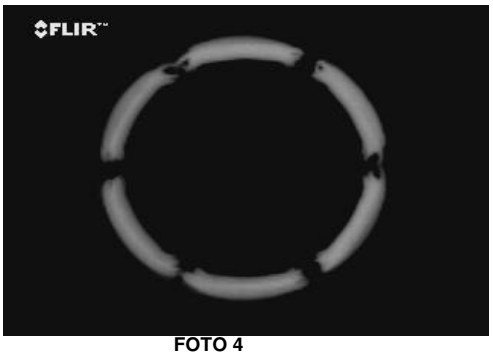


FOTO 4

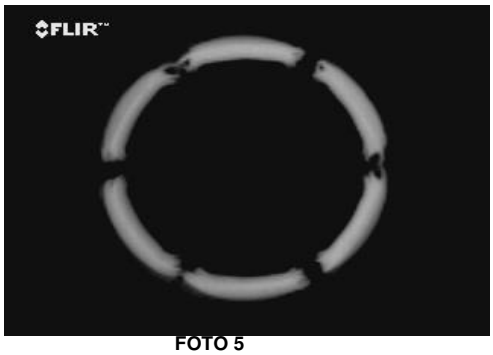


FOTO 5

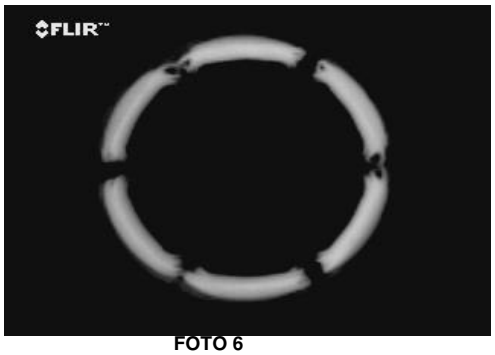


FOTO 6

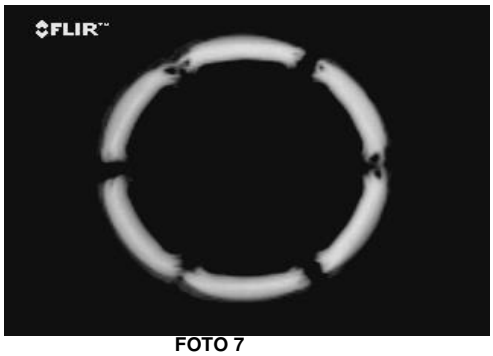


FOTO 7

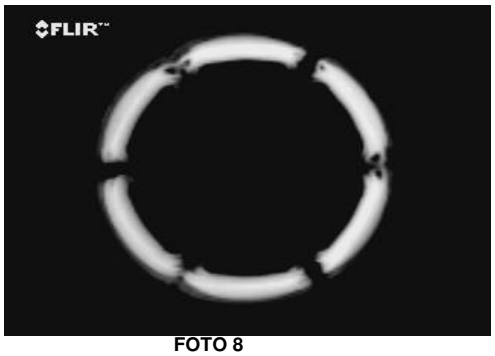


FOTO 8

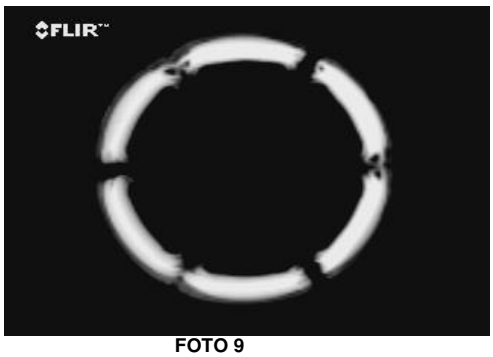


FOTO 9

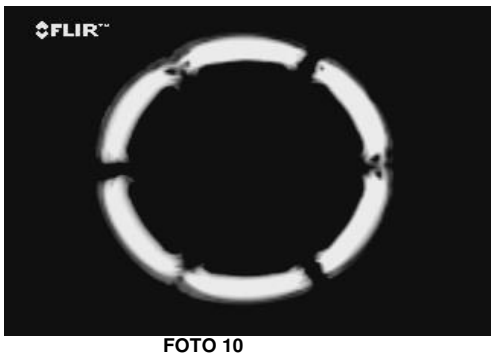


FOTO 10

-Prueba 3-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	231,576	9,336	183,000	235,000
	2	159,359	24,558	102,000	214,000
	3	210,317	8,948	177,000	224,000
	4	229,035	7,659	200,000	235,000
	5	234,993	0,084	234,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
2	1	127,597	6,662	101,000	137,000
	2	89,190	9,857	66,000	111,000
	3	109,373	3,908	97,000	116,000
	4	120,451	5,300	107,000	131,000
	5	143,296	5,780	121,000	152,000
	6	133,521	3,510	122,000	139,000
3	1	145,250	6,880	118,000	154,000
	2	106,655	10,041	83,000	130,000
	3	126,472	4,227	112,000	133,000
	4	138,181	5,816	123,000	151,000
	5	160,810	5,496	140,000	167,000
	6	151,232	3,271	140,000	156,000
4	1	164,472	6,844	138,000	173,000
	2	125,430	10,421	101,000	150,000
	3	144,190	4,118	131,000	150,000
	4	156,271	5,407	144,000	167,000
	5	180,056	5,787	158,000	188,000
	6	169,993	3,221	159,000	176,000
5	1	181,667	7,264	152,000	190,000
	2	140,648	10,322	117,000	165,000
	3	158,986	4,179	146,000	166,000
	4	172,069	5,957	158,000	186,000
	5	197,099	5,814	175,000	205,000
	6	186,507	3,303	176,000	191,000
6	1	201,778	7,272	174,000	210,000
	2	159,246	10,638	136,000	183,000
	3	176,930	4,442	164,000	184,000
	4	191,687	6,018	177,000	204,000
	5	216,514	5,900	194,000	224,000
	6	206,585	3,156	196,000	211,000
7	1	219,361	7,397	191,000	228,000
	2	176,254	11,067	151,000	200,000
	3	193,289	4,537	180,000	200,000
	4	208,264	5,199	195,000	220,000
	5	232,486	4,520	211,000	235,000
	6	223,697	3,433	213,000	230,000
8	1	233,424	4,377	209,000	235,000
	2	195,697	11,194	167,000	219,000
	3	211,493	4,506	196,000	218,000
	4	225,819	5,767	211,000	235,000
	5	234,972	0,236	233,000	235,000
	6	234,951	0,342	232,000	235,000
9	1	234,896	0,856	226,000	235,000
	2	211,958	11,425	183,000	235,000
	3	228,437	4,982	214,000	235,000
	4	234,889	0,541	232,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	227,542	8,105	202,000	235,000
	3	234,958	0,311	232,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

Detección de fallos durante el proceso de fabricación en carcasas inductoras de motores de corriente continua mediante análisis termográfico.

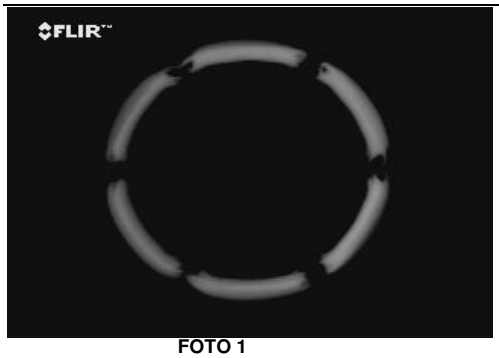


FOTO 1

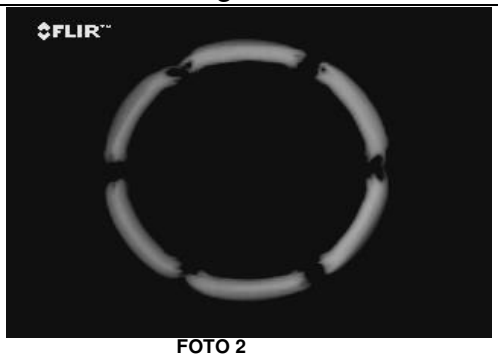


FOTO 2

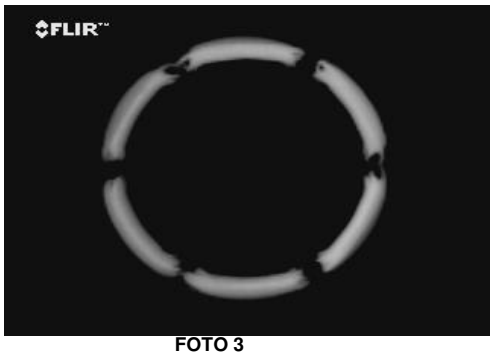


FOTO 3

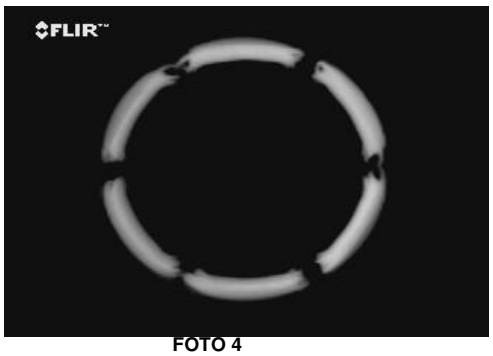


FOTO 4

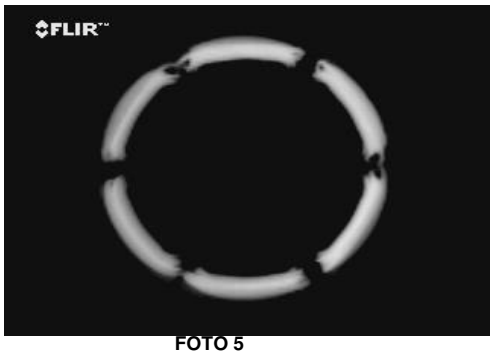


FOTO 5

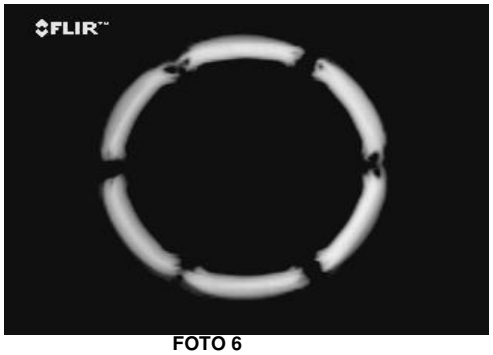


FOTO 6

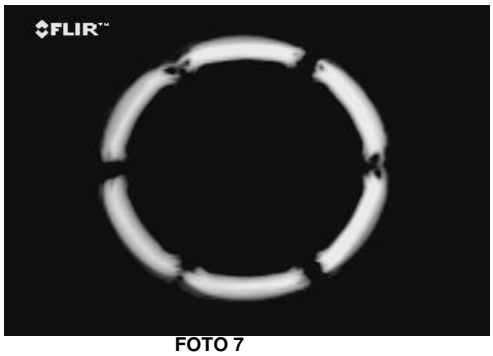


FOTO 7

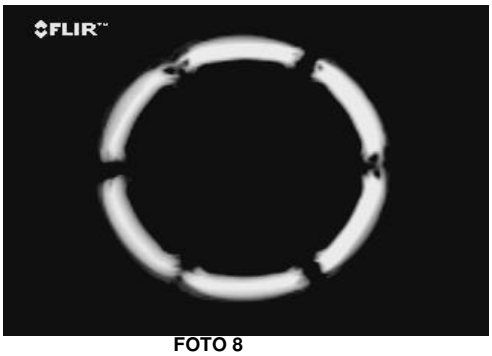


FOTO 8

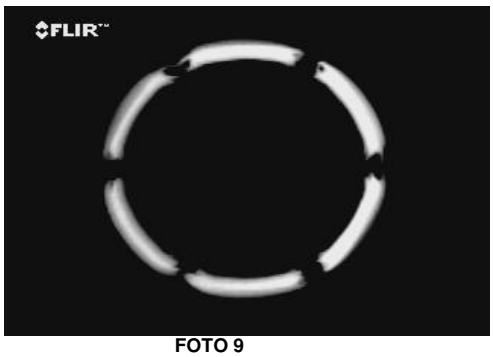


FOTO 9

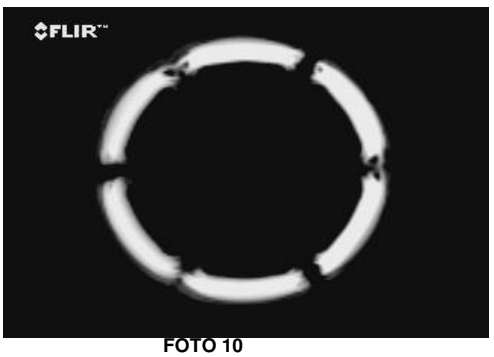


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	171,750	38,116	67,000	216,000
	2	69,972	26,644	16,000	134,000
	3	146,444	18,459	86,000	173,000
	4	178,167	24,590	128,000	219,000
	5	226,401	16,285	157,000	235,000
	6	228,831	10,230	189,000	235,000
2	1	98,778	16,706	53,000	118,000
	2	53,296	12,073	20,000	84,000
	3	85,768	8,496	57,000	97,000
	4	100,681	11,044	78,000	119,000
	5	131,183	14,664	93,000	153,000
	6	124,599	5,988	105,000	132,000
3	1	116,785	16,991	70,000	137,000
	2	70,176	12,144	37,000	99,000
	3	102,148	7,924	73,000	113,000
	4	117,972	11,210	96,000	138,000
	5	149,056	14,231	110,000	170,000
	6	142,669	5,629	125,000	152,000
4	1	134,160	17,435	85,000	154,000
	2	84,859	11,960	50,000	114,000
	3	117,134	8,432	88,000	128,000
	4	133,604	11,655	109,000	154,000
	5	165,493	14,593	126,000	186,000
	6	158,246	5,889	138,000	166,000
5	1	151,694	17,547	101,000	172,000
	2	103,261	12,268	67,000	133,000
	3	134,007	8,477	105,000	145,000
	4	151,431	10,906	127,000	171,000
	5	184,225	15,217	143,000	207,000
	6	177,359	5,769	158,000	185,000
6	1	170,840	18,045	119,000	193,000
	2	120,458	12,625	83,000	150,000
	3	151,479	8,082	122,000	163,000
	4	169,347	11,826	146,000	190,000
	5	203,246	15,129	161,000	226,000
	6	196,239	5,950	175,000	205,000
7	1	189,250	18,623	138,000	211,000
	2	137,479	12,987	98,000	168,000
	3	167,845	8,576	137,000	179,000
	4	185,792	11,965	161,000	207,000
	5	219,486	14,281	179,000	235,000
	6	213,190	5,741	192,000	221,000
8	1	206,979	18,639	154,000	230,000
	2	154,331	13,326	113,000	185,000
	3	184,345	8,891	154,000	197,000
	4	203,111	11,825	177,000	223,000
	5	229,542	8,684	196,000	235,000
	6	231,007	5,418	209,000	235,000
9	1	222,576	16,639	170,000	235,000
	2	170,711	13,801	129,000	203,000
	3	200,873	8,898	169,000	213,000
	4	219,958	11,241	194,000	235,000
	5	234,106	3,486	211,000	235,000
	6	234,894	0,748	228,000	235,000
10	1	229,069	10,781	189,000	235,000
	2	186,514	14,504	142,000	220,000
	3	216,324	8,962	185,000	230,000
	4	230,569	6,769	210,000	235,000
	5	234,937	0,596	228,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

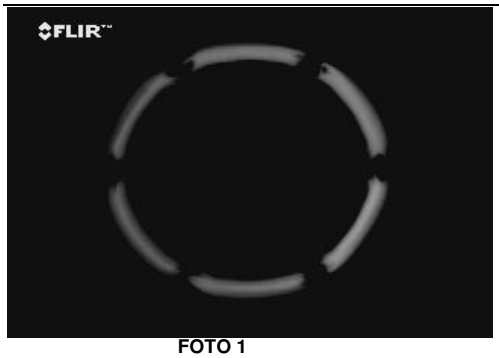


FOTO 1

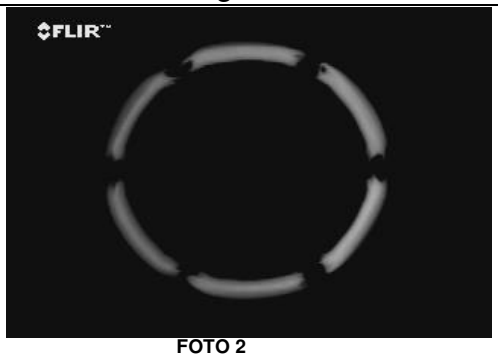


FOTO 2

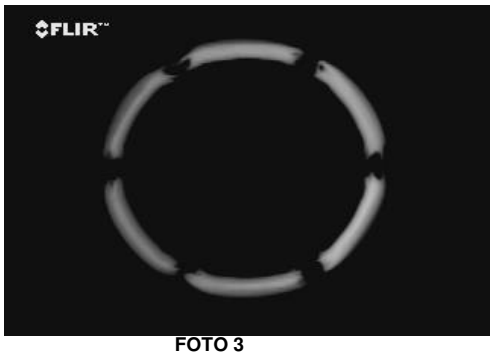


FOTO 3

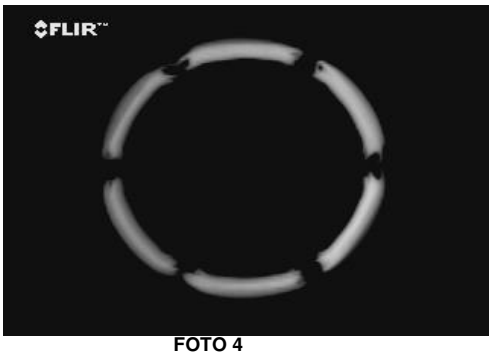


FOTO 4

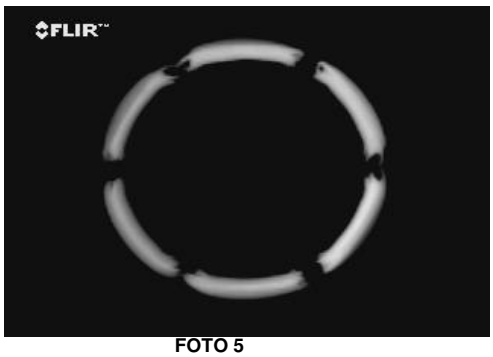


FOTO 5

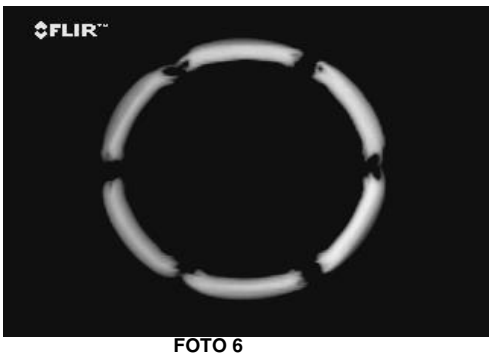


FOTO 6

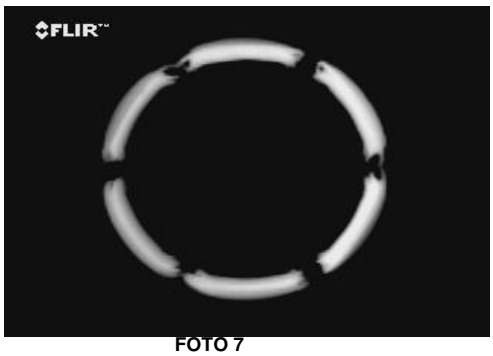


FOTO 7

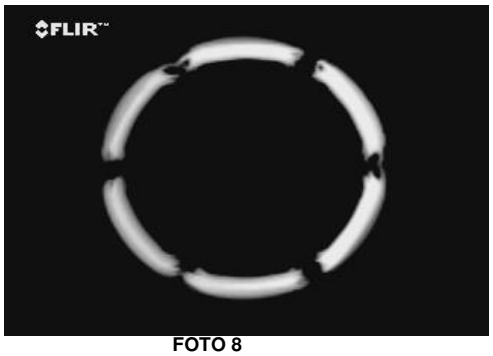


FOTO 8

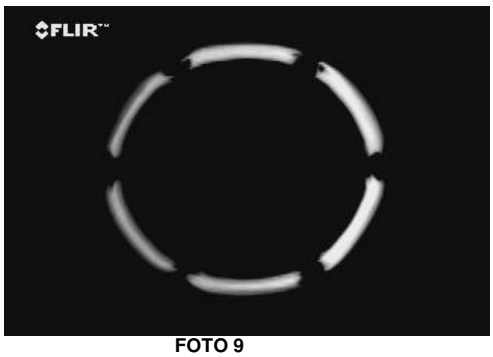


FOTO 9

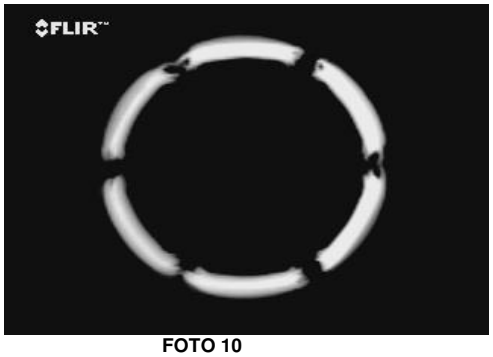


FOTO 10

Fallo en posición 1 (arriba)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	21,653	0,504	21,000	23,000
	2	21,514	0,566	20,000	23,000
	3	20,775	0,434	20,000	22,000
	4	20,785	0,428	20,000	22,000
	5	20,394	0,530	19,000	22,000
	6	20,669	0,471	20,000	21,000
2	1	74,431	1,759	71,000	79,000
	2	68,507	2,232	63,000	74,000
	3	63,493	2,075	59,000	71,000
	4	64,875	1,885	60,000	69,000
	5	64,662	2,103	60,000	71,000
	6	66,641	1,848	63,000	73,000
3	1	107,354	2,442	102,000	114,000
	2	96,049	2,502	89,000	102,000
	3	91,014	2,529	84,000	97,000
	4	92,986	1,687	89,000	97,000
	5	92,092	2,432	83,000	97,000
	6	95,451	2,068	88,000	99,000
4	1	139,042	1,703	134,000	144,000
	2	121,866	2,953	115,000	129,000
	3	114,556	3,234	106,000	123,000
	4	117,035	2,060	112,000	122,000
	5	117,535	2,583	111,000	125,000
	6	122,254	2,281	115,000	127,000
5	1	174,125	1,878	170,000	180,000
	2	150,690	3,059	143,000	159,000
	3	143,380	3,316	136,000	152,000
	4	145,444	2,415	141,000	152,000
	5	146,120	3,944	136,000	153,000
	6	151,866	2,507	145,000	159,000
6	1	207,590	1,685	202,000	212,000
	2	178,197	3,662	169,000	186,000
	3	168,408	3,822	159,000	175,000
	4	171,868	2,973	166,000	178,000
	5	172,669	4,687	159,000	181,000
	6	180,824	3,063	173,000	189,000
7	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	207,303	3,900	197,000	215,000
	3	197,028	4,149	188,000	207,000
	4	200,882	3,280	194,000	208,000
	5	201,592	5,353	188,000	209,000
	6	210,162	3,096	202,000	217,000
8	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	232,817	3,141	224,000	235,000
	3	224,437	4,440	214,000	233,000
	4	228,708	3,543	220,000	235,000
	5	228,986	5,714	214,000	235,000
	6	234,739	0,901	230,000	235,000
9	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

Detección de fallos durante el proceso de fabricación en carcasas inductoras de motores de corriente continua mediante análisis termográfico.

FOTO 1

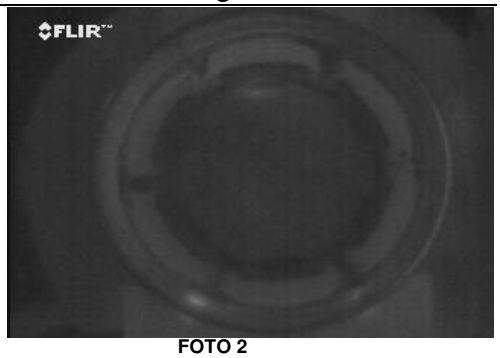


FOTO 2

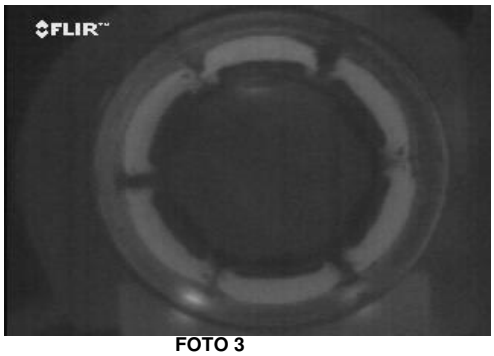


FOTO 3

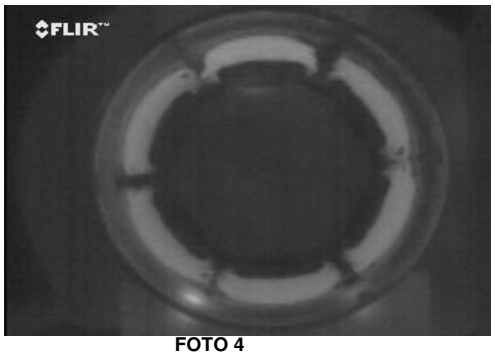


FOTO 4

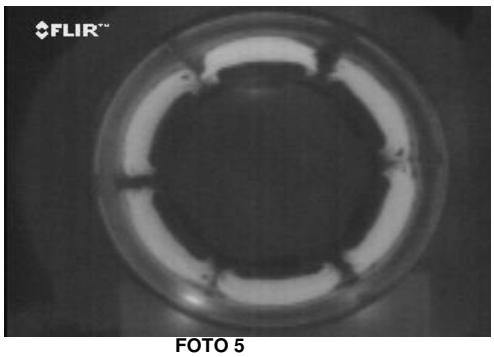


FOTO 5

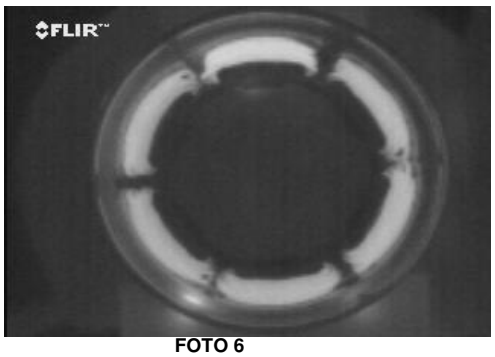


FOTO 6

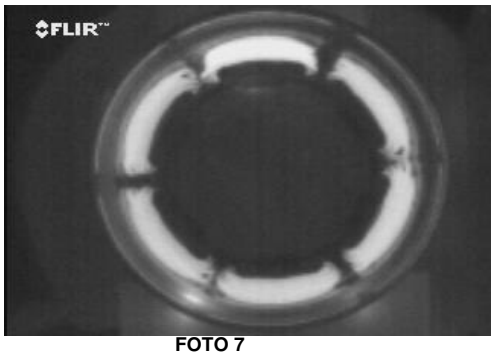


FOTO 7

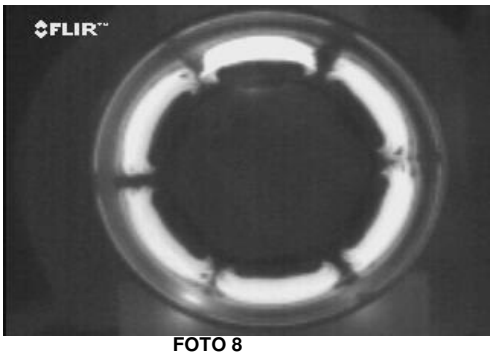


FOTO 8

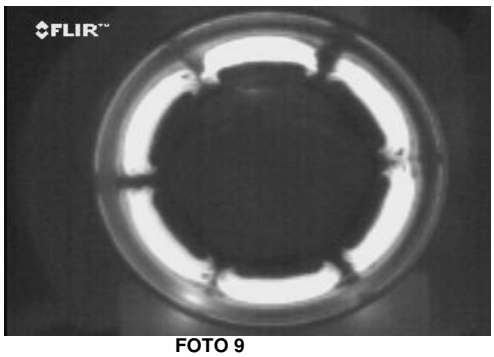


FOTO 9

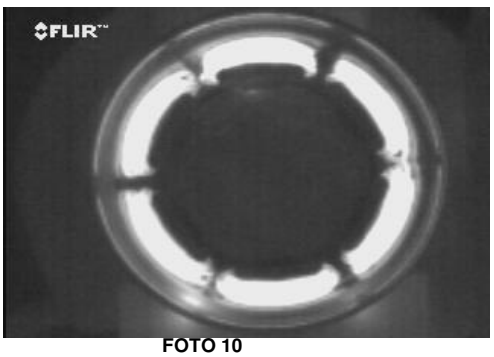


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	80,789	98,252	16,000	235,000
	4	234,243	9,052	126,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
2	1	93,715	8,723	68,000	103,000
	2	58,796	2,563	53,000	67,000
	3	28,711	6,900	16,000	42,000
	4	44,799	2,938	39,000	51,000
	5	53,606	3,777	44,000	61,000
	6	52,880	4,065	39,000	59,000
3	1	116,792	9,294	89,000	128,000
	2	78,338	2,478	73,000	87,000
	3	46,169	6,614	30,000	60,000
	4	63,562	3,366	57,000	71,000
	5	73,817	4,059	64,000	81,000
	6	73,387	4,274	58,000	79,000
4	1	143,056	9,564	115,000	155,000
	2	98,514	2,300	92,000	106,000
	3	66,465	6,799	50,000	82,000
	4	84,958	3,689	78,000	93,000
	5	94,923	3,938	86,000	104,000
	6	94,549	4,464	79,000	100,000
5	1	166,618	9,716	136,000	178,000
	2	116,824	2,787	111,000	125,000
	3	83,521	7,236	68,000	98,000
	4	102,597	4,125	94,000	111,000
	5	112,866	4,185	103,000	123,000
	6	113,810	4,630	99,000	120,000
6	1	196,556	10,408	165,000	210,000
	2	142,254	3,123	136,000	151,000
	3	106,599	7,347	87,000	122,000
	4	125,847	5,042	116,000	135,000
	5	138,408	4,426	127,000	147,000
	6	138,627	4,943	122,000	146,000
7	1	221,090	10,469	188,000	234,000
	2	162,986	3,209	156,000	172,000
	3	126,479	7,510	105,000	141,000
	4	148,486	4,915	138,000	158,000
	5	158,782	5,018	147,000	170,000
	6	159,634	4,862	144,000	168,000
8	1	233,951	3,382	214,000	235,000
	2	187,092	3,633	179,000	196,000
	3	147,880	7,460	127,000	162,000
	4	169,132	5,288	157,000	179,000
	5	182,141	5,047	171,000	192,000
	6	184,000	5,307	166,000	192,000
9	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	210,563	3,139	203,000	220,000
	3	168,310	8,313	146,000	184,000
	4	191,431	5,677	179,000	203,000
	5	205,739	5,012	194,000	216,000
	6	207,310	5,165	189,000	215,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	233,289	2,128	225,000	235,000
	3	189,930	8,758	168,000	206,000
	4	214,889	6,250	202,000	226,000
	5	227,317	5,548	214,000	235,000
	6	230,408	5,413	211,000	235,000

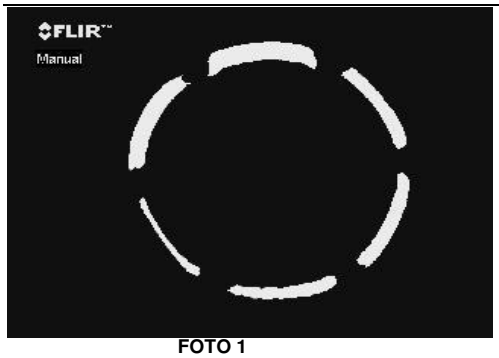


FOTO 1

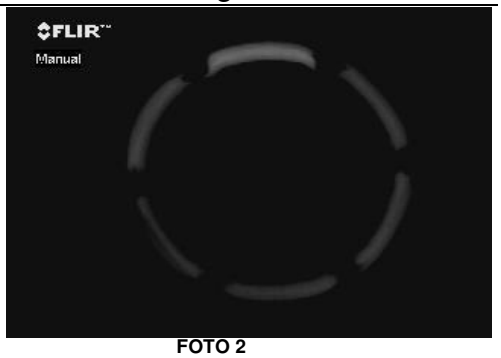


FOTO 2

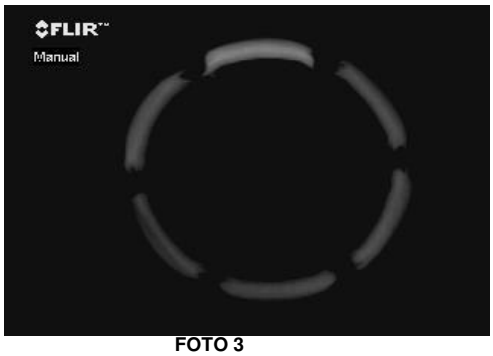


FOTO 3

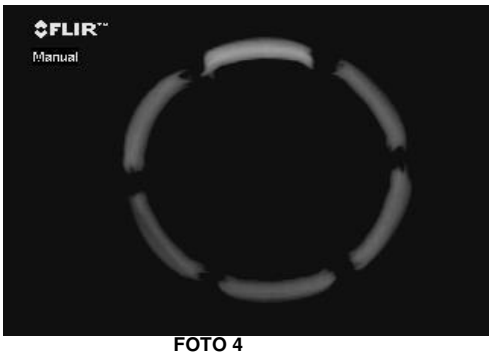


FOTO 4

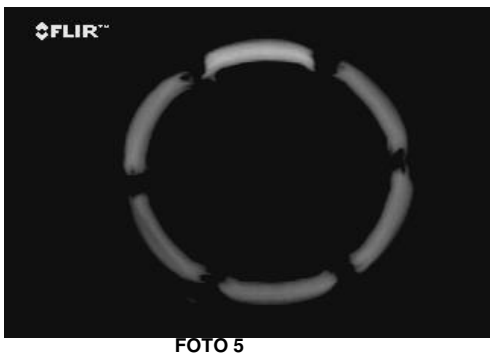


FOTO 5

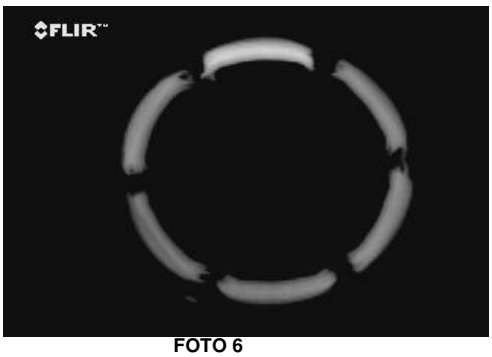


FOTO 6

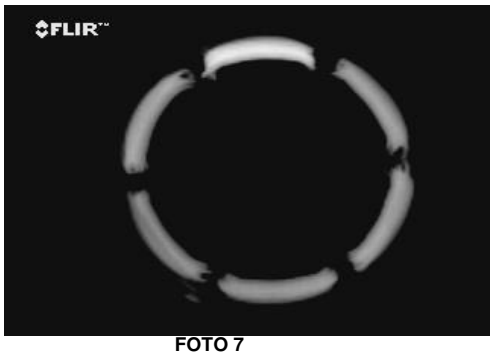


FOTO 7

FOTO 8

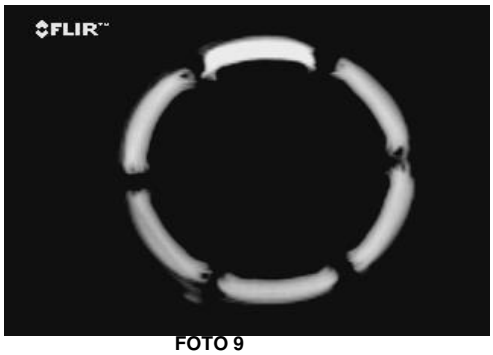


FOTO 9

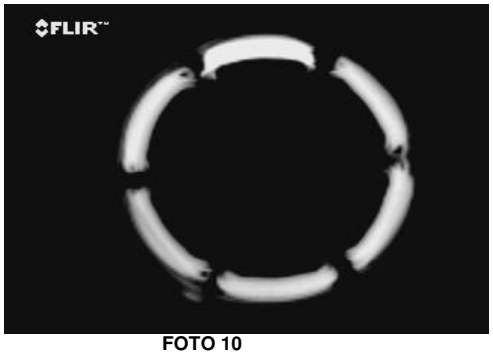


FOTO 10

-Prueba 3-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	220,104	23,776	133,000	235,000
	2	187,873	14,784	140,000	216,000
	3	48,479	23,395	16,000	101,000
	4	123,951	9,912	103,000	142,000
	5	152,908	13,558	104,000	174,000
	6	133,106	22,328	75,000	164,000
2	1	121,993	18,845	77,000	150,000
	2	96,401	5,417	79,000	107,000
	3	41,035	9,509	16,000	64,000
	4	70,500	3,935	62,000	77,000
	5	83,246	5,651	68,000	94,000
	6	76,035	8,945	52,000	88,000
3	1	140,208	18,989	95,000	168,000
	2	110,951	5,980	92,000	125,000
	3	54,352	9,882	27,000	77,000
	4	85,069	4,036	77,000	92,000
	5	97,887	5,792	81,000	109,000
	6	90,852	8,829	67,000	102,000
4	1	161,396	19,447	113,000	190,000
	2	129,887	6,096	110,000	142,000
	3	71,289	10,240	42,000	94,000
	4	101,562	4,085	94,000	109,000
	5	115,803	5,985	100,000	125,000
	6	108,887	8,874	86,000	121,000
5	1	182,236	20,123	134,000	212,000
	2	147,493	6,202	128,000	160,000
	3	86,944	10,091	57,000	109,000
	4	117,958	4,363	109,000	126,000
	5	132,704	6,121	114,000	142,000
	6	125,824	9,178	100,000	138,000
6	1	202,576	20,605	153,000	233,000
	2	164,359	6,196	145,000	178,000
	3	102,275	10,182	73,000	125,000
	4	135,035	4,704	126,000	144,000
	5	149,204	5,927	133,000	159,000
	6	143,486	9,516	118,000	156,000
7	1	219,417	16,900	172,000	235,000
	2	183,127	6,360	161,000	197,000
	3	118,887	10,760	86,000	143,000
	4	151,674	4,875	142,000	161,000
	5	165,894	6,675	149,000	178,000
	6	160,148	9,690	134,000	175,000
8	1	230,042	9,023	193,000	235,000
	2	201,930	6,380	180,000	215,000
	3	136,739	11,190	102,000	159,000
	4	170,069	5,134	160,000	179,000
	5	186,465	6,455	169,000	198,000
	6	180,063	10,180	154,000	194,000
9	1	234,028	3,717	211,000	235,000
	2	216,845	6,627	196,000	233,000
	3	151,486	11,409	115,000	176,000
	4	186,333	5,664	174,000	196,000
	5	202,746	6,264	185,000	213,000
	6	197,021	10,590	168,000	211,000
10	1	234,972	0,332	231,000	235,000
	2	232,563	4,210	212,000	235,000
	3	167,570	11,828	130,000	192,000
	4	204,681	5,645	193,000	215,000
	5	221,930	6,927	204,000	235,000
	6	215,746	10,736	185,000	231,000

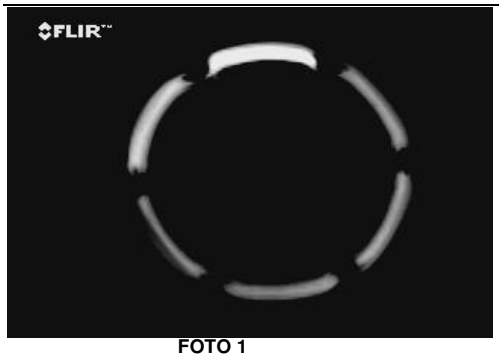


FOTO 1

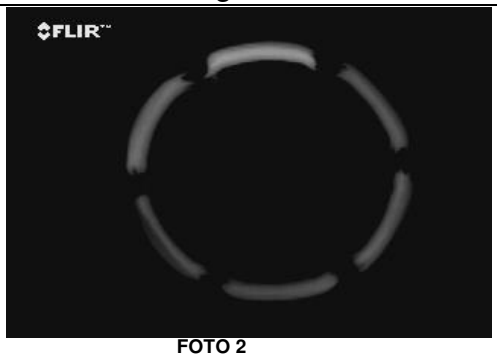


FOTO 2

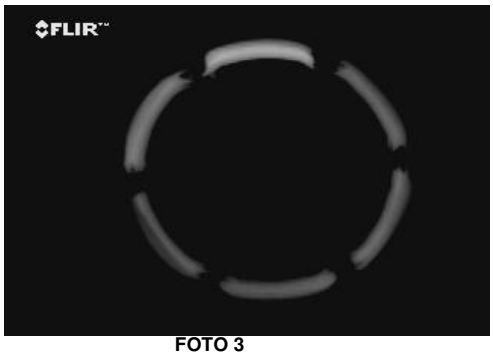


FOTO 3

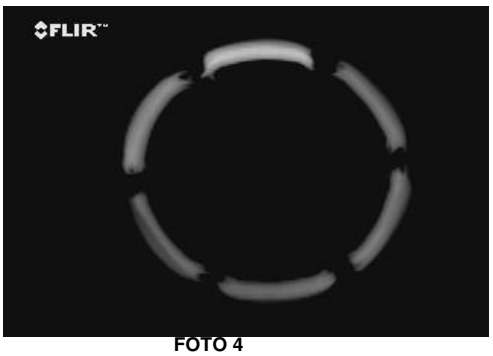


FOTO 4

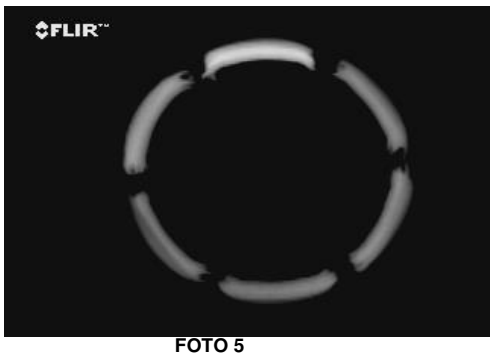


FOTO 5

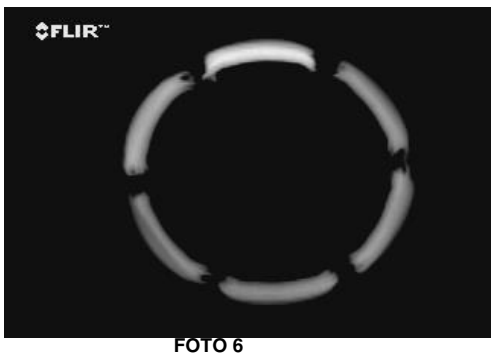


FOTO 6

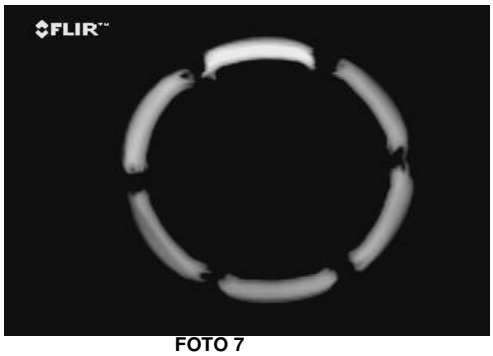


FOTO 7

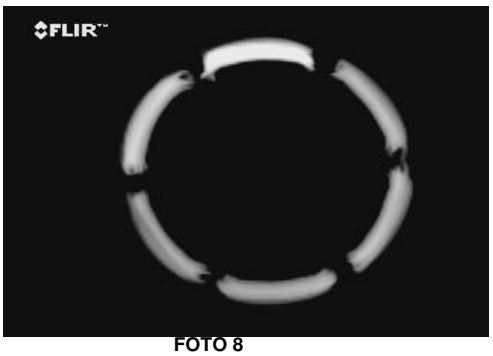


FOTO 8

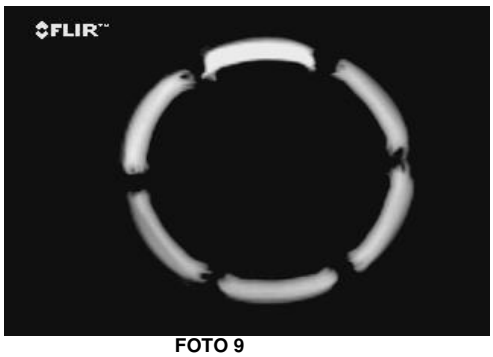


FOTO 9

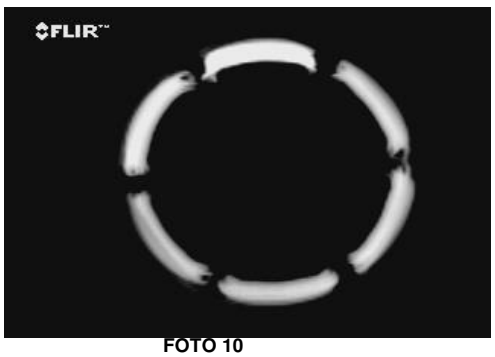


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	157,368	26,966	99,000	196,000
	2	140,063	8,855	112,000	156,000
	3	48,472	11,953	16,000	74,000
	4	96,514	4,474	82,000	106,000
	5	109,310	11,639	75,000	126,000
	6	92,092	14,505	54,000	117,000
2	1	107,910	25,906	51,000	145,000
	2	89,972	8,248	64,000	105,000
	3	16,577	1,889	16,000	26,000
	4	46,417	4,073	35,000	57,000
	5	60,232	11,256	28,000	76,000
	6	44,197	13,461	16,000	67,000
3	1	127,986	26,309	69,000	166,000
	2	106,521	8,249	81,000	124,000
	3	21,430	7,125	16,000	42,000
	4	62,354	4,556	50,000	72,000
	5	78,162	11,905	44,000	94,000
	6	60,866	14,168	25,000	85,000
4	1	147,146	26,306	87,000	184,000
	2	122,796	8,795	95,000	142,000
	3	33,711	10,339	16,000	60,000
	4	79,083	4,636	66,000	91,000
	5	93,838	11,834	60,000	109,000
	6	77,014	14,600	40,000	101,000
5	1	165,757	27,003	103,000	205,000
	2	139,268	8,740	109,000	156,000
	3	46,556	11,406	16,000	72,000
	4	93,444	4,412	81,000	105,000
	5	108,556	11,815	75,000	124,000
	6	91,810	14,572	53,000	116,000
6	1	186,236	27,692	124,000	226,000
	2	156,817	8,701	126,000	175,000
	3	62,486	12,574	19,000	89,000
	4	109,778	4,570	99,000	121,000
	5	125,528	12,224	92,000	143,000
	6	108,817	14,909	70,000	135,000
7	1	203,937	26,588	140,000	235,000
	2	172,704	9,108	143,000	191,000
	3	76,528	12,713	33,000	101,000
	4	124,833	5,015	113,000	137,000
	5	141,627	12,086	107,000	159,000
	6	124,958	15,486	87,000	150,000
8	1	218,083	20,947	159,000	235,000
	2	189,641	9,776	158,000	210,000
	3	93,035	12,929	46,000	123,000
	4	142,479	4,846	128,000	153,000
	5	159,021	12,014	123,000	177,000
	6	142,056	15,400	103,000	167,000
9	1	226,799	13,675	175,000	235,000
	2	207,669	9,319	174,000	225,000
	3	107,634	13,174	60,000	135,000
	4	158,312	4,824	148,000	167,000
	5	175,669	11,975	141,000	193,000
	6	158,894	15,721	118,000	184,000
10	1	232,618	6,949	196,000	235,000
	2	225,169	8,720	195,000	235,000
	3	124,761	13,892	75,000	153,000
	4	176,687	5,352	161,000	187,000
	5	194,683	12,389	159,000	211,000
	6	177,120	16,587	135,000	205,000

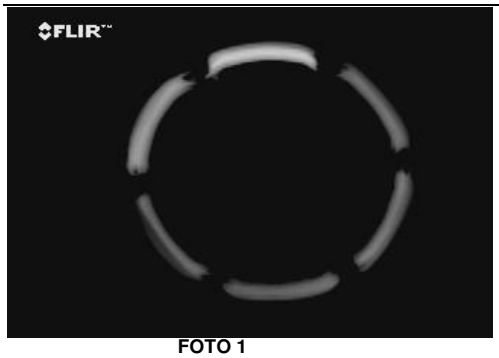


FOTO 1

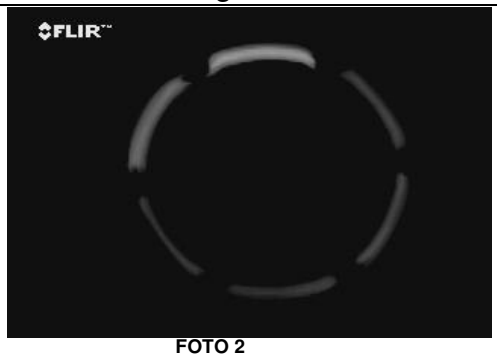


FOTO 2

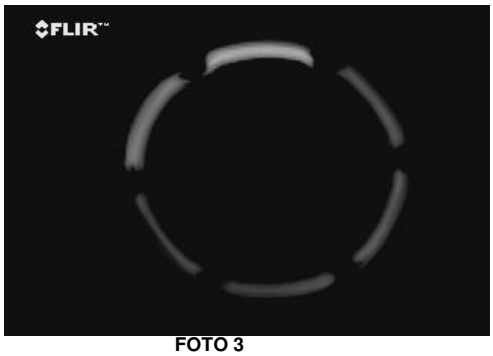


FOTO 3

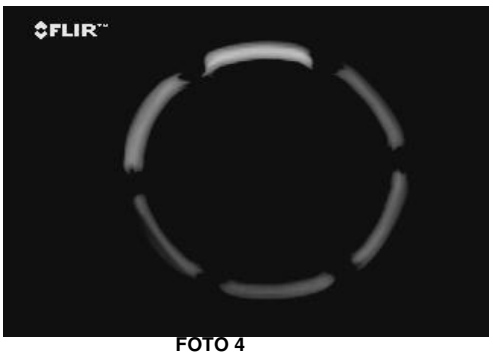


FOTO 4

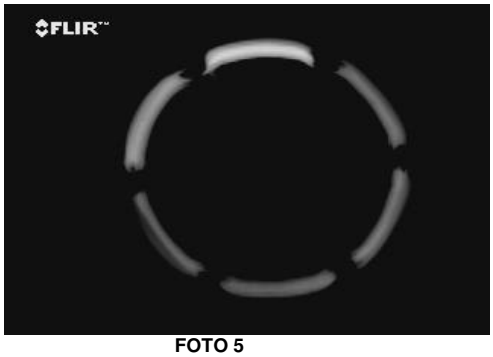


FOTO 5

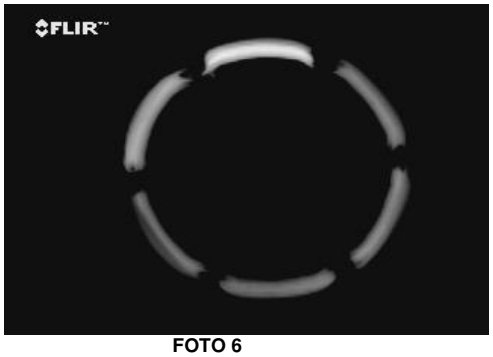


FOTO 6

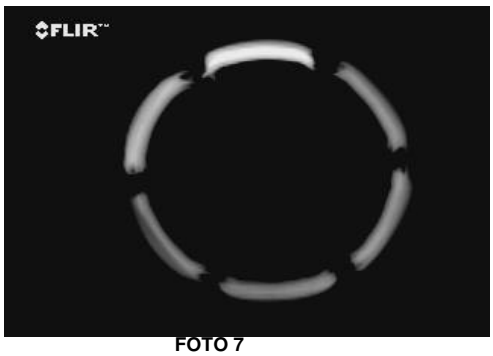


FOTO 7

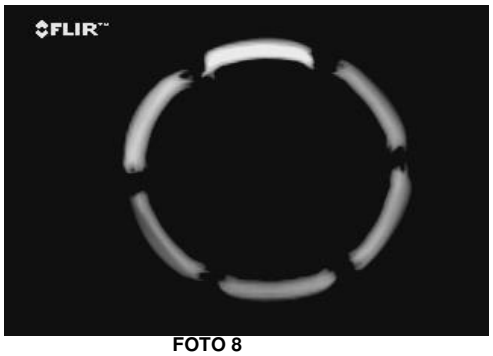


FOTO 8

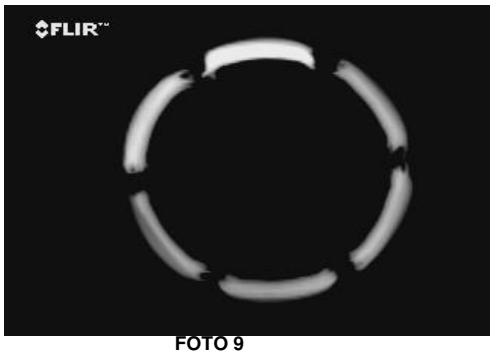


FOTO 9

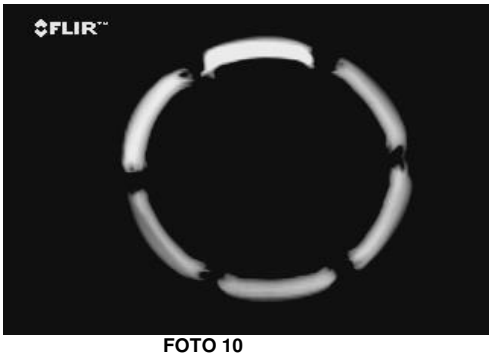


FOTO 10

Fallo en posición 2 (sentido antihorario)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	16,056	0,229	16,000	17,000
	2	16,007	0,084	16,000	17,000
	3	16,000	0,000	16,000	16,000
	4	16,021	0,143	16,000	17,000
	5	16,000	0,000	16,000	16,000
	6	16,000	0,000	16,000	16,000
2	1	46,847	2,577	44,000	55,000
	2	52,331	1,995	47,000	56,000
	3	43,824	1,805	38,000	48,000
	4	45,736	1,882	41,000	52,000
	5	44,246	1,851	40,000	50,000
	6	42,521	1,471	39,000	45,000
3	1	76,972	2,661	70,000	84,000
	2	88,683	1,911	85,000	94,000
	3	68,993	2,901	62,000	75,000
	4	73,201	2,893	67,000	81,000
	5	72,275	2,461	67,000	78,000
	6	70,190	2,397	63,000	77,000
4	1	105,646	2,807	99,000	112,000
	2	124,373	2,219	118,000	131,000
	3	96,415	3,140	89,000	103,000
	4	100,861	2,874	95,000	108,000
	5	100,134	2,046	95,000	105,000
	6	99,838	1,967	94,000	105,000
5	1	132,229	3,441	126,000	141,000
	2	157,500	2,373	152,000	163,000
	3	120,197	3,757	110,000	128,000
	4	124,215	3,934	115,000	133,000
	5	125,768	3,335	118,000	133,000
	6	126,056	2,460	119,000	133,000
6	1	159,486	3,676	153,000	168,000
	2	191,134	2,496	186,000	197,000
	3	145,028	4,507	135,000	154,000
	4	149,417	4,366	138,000	159,000
	5	152,768	3,243	144,000	160,000
	6	153,197	2,812	146,000	162,000
7	1	188,667	3,669	180,000	198,000
	2	227,725	3,679	217,000	235,000
	3	172,852	5,050	162,000	183,000
	4	177,437	5,672	167,000	188,000
	5	181,507	3,971	170,000	189,000
	6	181,937	2,844	174,000	188,000
8	1	215,326	3,828	207,000	223,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	197,859	5,629	188,000	209,000
	4	203,090	5,640	192,000	213,000
	5	207,394	4,333	196,000	216,000
	6	208,775	2,966	201,000	216,000
9	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	225,803	6,197	213,000	235,000
	4	230,104	5,034	218,000	235,000
	5	233,331	2,894	223,000	235,000
	6	234,775	0,817	230,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

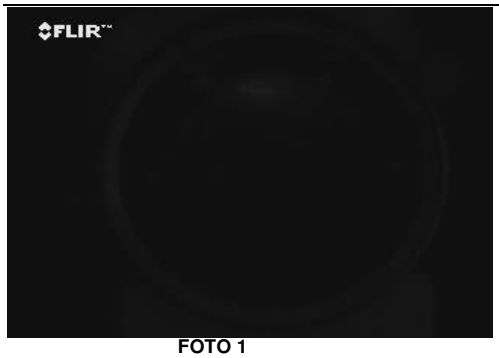


FOTO 1

FOTO 2

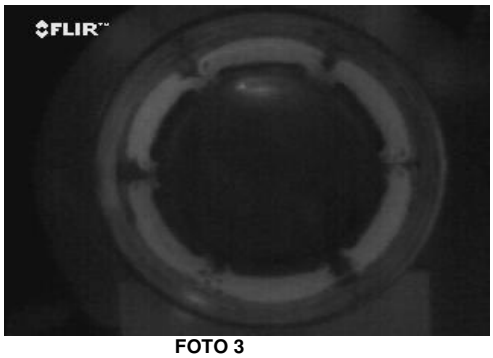


FOTO 3

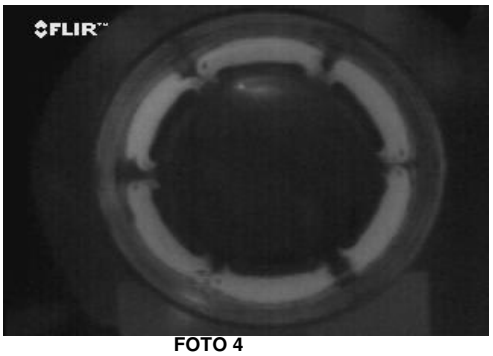


FOTO 4

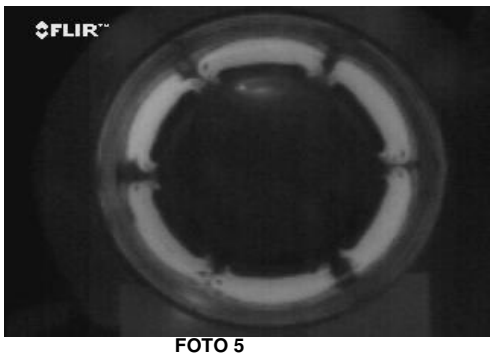


FOTO 5

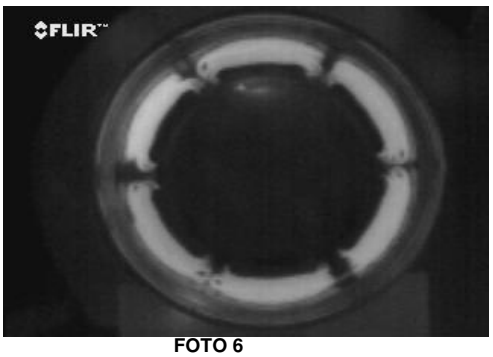


FOTO 6

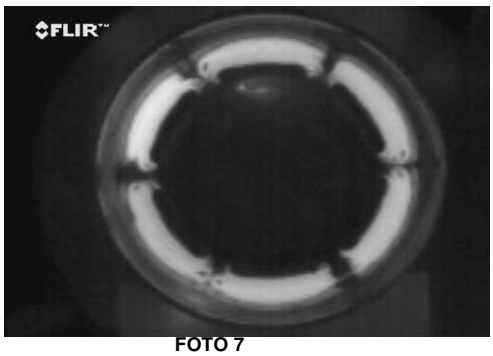


FOTO 7

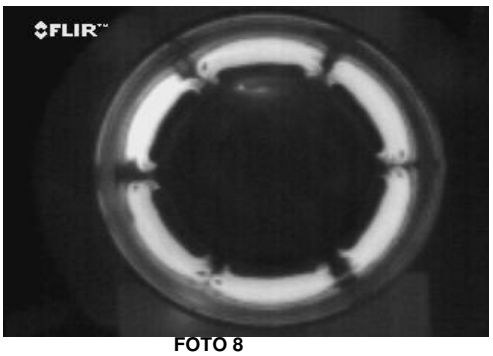


FOTO 8

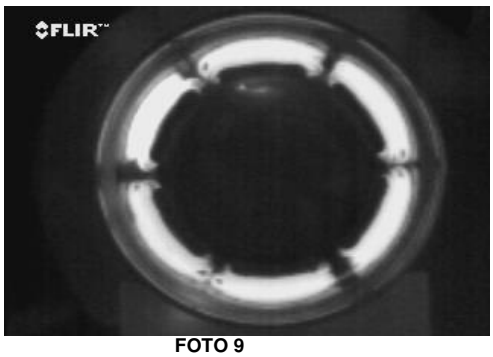


FOTO 9

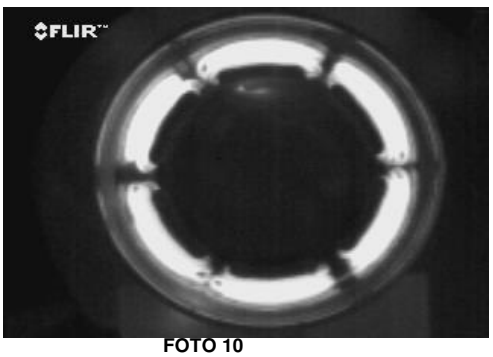


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
2	1	72,632	2,905	62,000	77,000
	2	93,556	6,680	73,000	103,000
	3	54,866	2,748	49,000	62,000
	4	59,194	3,379	52,000	67,000
	5	63,535	3,153	51,000	69,000
	6	70,373	2,480	63,000	76,000
3	1	95,479	3,377	82,000	100,000
	2	120,225	7,011	101,000	130,000
	3	76,127	3,308	69,000	85,000
	4	79,479	3,780	70,000	88,000
	5	86,289	3,343	73,000	92,000
	6	93,507	2,767	85,000	98,000
4	1	117,500	3,613	103,000	124,000
	2	147,345	6,984	126,000	156,000
	3	96,028	3,665	88,000	105,000
	4	100,618	3,659	92,000	111,000
	5	106,979	3,507	93,000	113,000
	6	115,268	2,955	105,000	123,000
5	1	141,806	3,606	126,000	148,000
	2	174,831	7,379	153,000	183,000
	3	117,648	3,567	110,000	125,000
	4	122,667	4,604	111,000	132,000
	5	130,190	4,045	115,000	137,000
	6	139,176	3,109	128,000	146,000
6	1	160,639	3,715	146,000	166,000
	2	200,204	7,639	176,000	210,000
	3	136,535	4,405	126,000	146,000
	4	140,660	4,889	130,000	150,000
	5	149,556	4,039	134,000	156,000
	6	158,113	3,283	147,000	166,000
7	1	186,868	3,845	172,000	193,000
	2	228,683	7,433	206,000	235,000
	3	159,176	4,258	152,000	169,000
	4	164,681	5,234	153,000	173,000
	5	174,275	4,372	158,000	181,000
	6	184,775	3,684	173,000	193,000
8	1	208,458	3,860	193,000	215,000
	2	234,901	0,548	230,000	235,000
	3	179,317	4,518	169,000	188,000
	4	184,639	5,821	172,000	194,000
	5	194,352	4,665	178,000	202,000
	6	206,176	3,380	194,000	212,000
9	1	231,292	4,348	213,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	202,923	5,114	193,000	212,000
	4	207,264	5,646	195,000	218,000
	5	217,141	4,518	200,000	225,000
	6	229,204	3,914	214,000	235,000
10	1	234,993	0,083	234,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	221,415	4,998	211,000	231,000
	4	227,472	6,119	213,000	235,000
	5	234,000	2,683	220,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

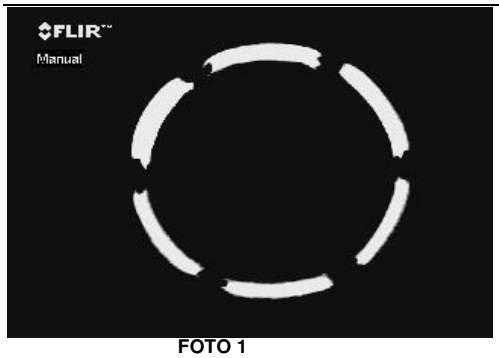


FOTO 1

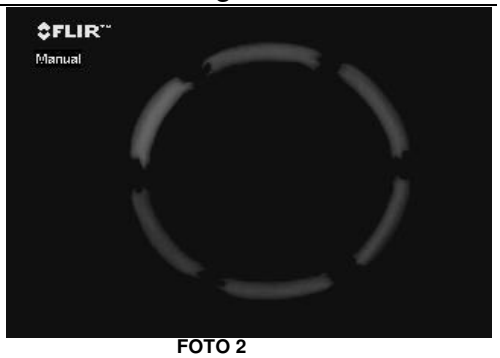


FOTO 2

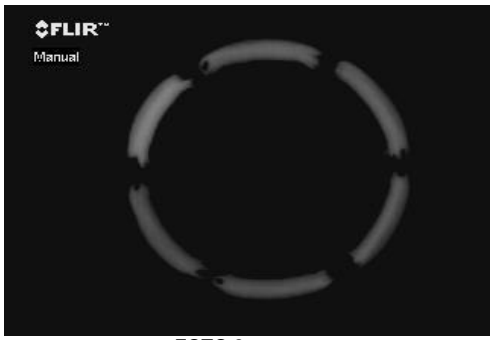


FOTO 3

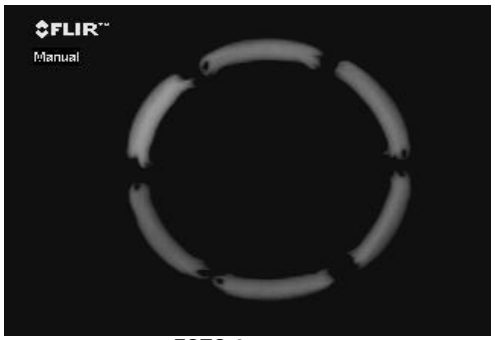


FOTO 4

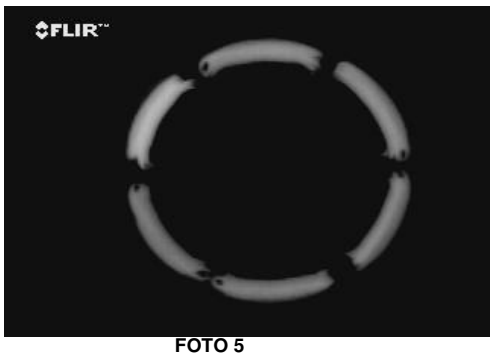


FOTO 5

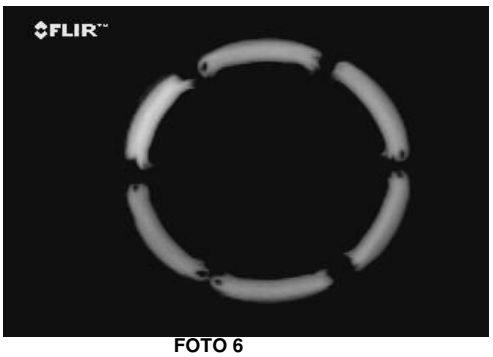


FOTO 6

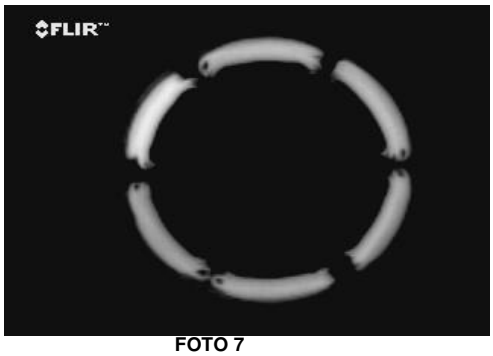


FOTO 7

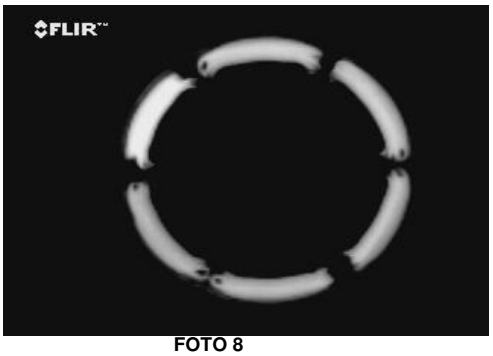


FOTO 8

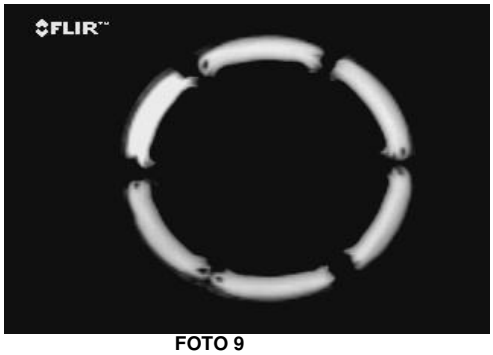


FOTO 9

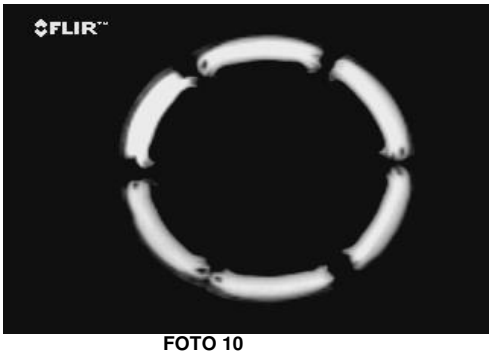


FOTO 10

-Prueba 3-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	219,250	12,953	172,000	235,000
	2	223,380	16,437	174,000	235,000
	3	173,261	4,832	156,000	183,000
	4	177,375	6,404	163,000	192,000
	5	181,937	12,889	131,000	201,000
	6	216,056	12,715	180,000	235,000
2	1	127,937	6,311	105,000	137,000
	2	136,099	11,002	105,000	152,000
	3	104,014	2,983	98,000	110,000
	4	105,903	3,388	99,000	114,000
	5	110,134	6,180	87,000	119,000
	6	126,697	6,368	108,000	136,000
3	1	146,042	6,467	121,000	155,000
	2	156,796	10,693	128,000	172,000
	3	120,824	3,444	112,000	129,000
	4	122,979	3,467	113,000	129,000
	5	126,373	6,509	102,000	135,000
	6	144,507	6,301	126,000	154,000
4	1	162,875	6,171	139,000	172,000
	2	177,824	11,160	149,000	194,000
	3	136,310	3,118	129,000	144,000
	4	138,562	4,046	129,000	148,000
	5	143,514	6,598	118,000	152,000
	6	161,718	6,198	142,000	170,000
5	1	181,806	6,736	155,000	192,000
	2	199,458	11,103	169,000	215,000
	3	153,500	3,524	146,000	161,000
	4	156,278	3,677	147,000	164,000
	5	161,190	6,604	137,000	170,000
	6	180,303	6,635	160,000	190,000
6	1	201,187	6,694	176,000	210,000
	2	220,577	11,483	189,000	235,000
	3	170,373	4,055	162,000	178,000
	4	173,653	4,524	164,000	183,000
	5	178,831	6,850	152,000	187,000
	6	198,986	6,986	177,000	208,000
7	1	217,375	6,943	190,000	227,000
	2	232,387	5,600	209,000	235,000
	3	186,754	3,796	180,000	195,000
	4	190,347	4,858	179,000	200,000
	5	195,620	7,143	169,000	205,000
	6	216,134	6,780	196,000	226,000
8	1	232,958	4,560	209,000	235,000
	2	234,944	0,528	229,000	235,000
	3	205,303	3,650	198,000	213,000
	4	208,569	4,549	197,000	217,000
	5	213,852	6,986	186,000	222,000
	6	232,106	5,114	215,000	235,000
9	1	234,861	1,038	225,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	219,415	4,473	211,000	229,000
	4	223,826	5,427	211,000	233,000
	5	229,634	7,107	202,000	235,000
	6	234,937	0,478	230,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	234,606	0,919	229,000	235,000
	4	234,847	0,504	232,000	235,000
	5	234,563	2,084	220,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

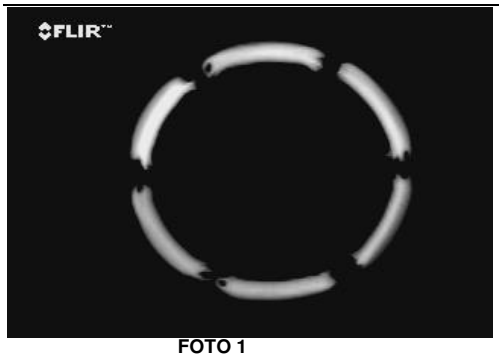


FOTO 1

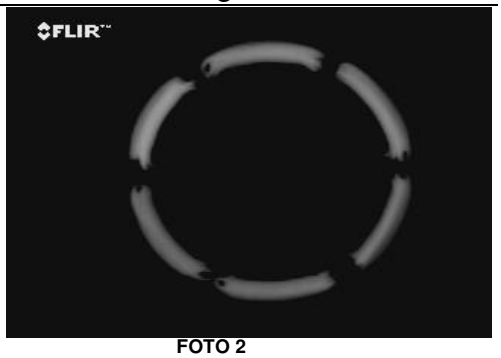


FOTO 2

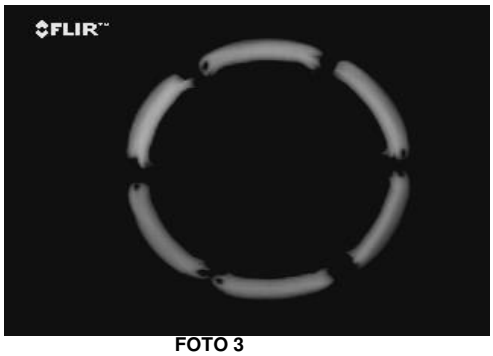


FOTO 3

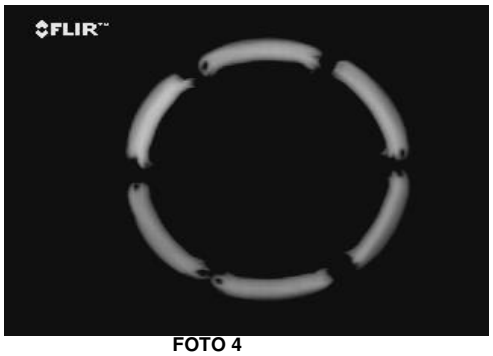


FOTO 4

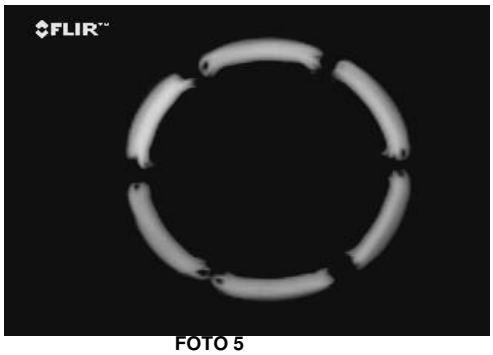


FOTO 5

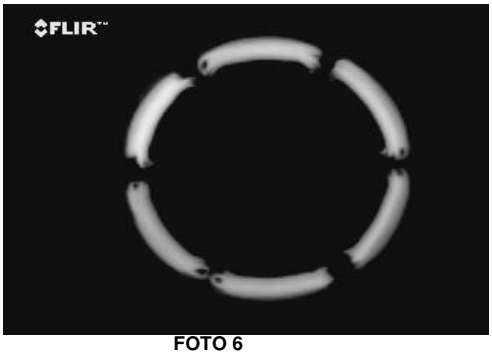


FOTO 6

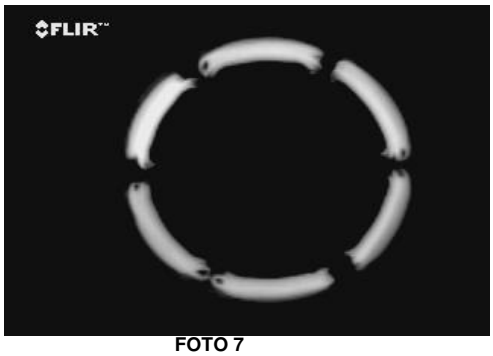


FOTO 7

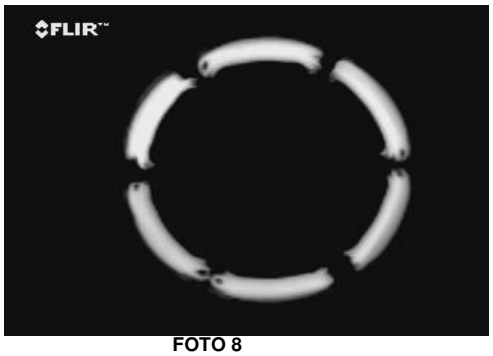


FOTO 8

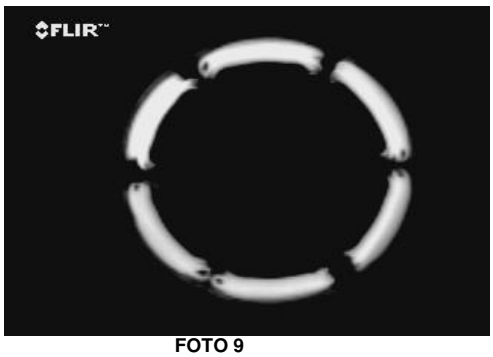


FOTO 9

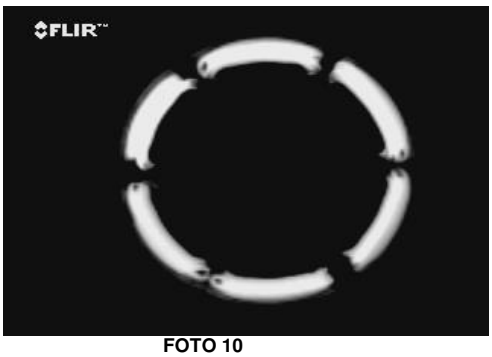


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	226,347	14,562	162,000	235,000
	2	209,500	28,451	132,000	235,000
	3	175,268	8,409	149,000	193,000
	4	164,514	8,468	141,000	183,000
	5	141,599	31,858	53,000	180,000
	6	207,430	27,698	137,000	235,000
2	1	126,382	9,167	96,000	142,000
	2	119,099	14,915	82,000	142,000
	3	98,169	3,814	86,000	107,000
	4	93,569	3,715	85,000	100,000
	5	84,775	14,567	44,000	101,000
	6	115,563	13,850	84,000	137,000
3	1	144,389	9,659	111,000	158,000
	2	140,993	15,088	103,000	164,000
	3	114,669	4,272	102,000	123,000
	4	110,132	4,073	100,000	119,000
	5	101,542	14,425	61,000	118,000
	6	134,690	14,554	100,000	155,000
4	1	160,569	9,837	127,000	177,000
	2	159,085	14,893	119,000	181,000
	3	129,683	4,361	118,000	139,000
	4	125,958	3,884	116,000	135,000
	5	116,852	14,979	76,000	135,000
	6	150,268	14,349	116,000	171,000
5	1	178,868	10,142	143,000	194,000
	2	179,606	15,196	142,000	202,000
	3	146,028	4,181	133,000	154,000
	4	142,549	4,106	133,000	151,000
	5	133,648	15,446	91,000	152,000
	6	168,225	14,755	133,000	190,000
6	1	195,111	10,313	161,000	211,000
	2	198,873	15,362	158,000	221,000
	3	161,176	4,173	150,000	170,000
	4	158,042	4,026	148,000	168,000
	5	149,782	15,120	107,000	167,000
	6	184,401	15,573	149,000	207,000
7	1	213,958	10,178	178,000	231,000
	2	219,613	14,848	180,000	235,000
	3	178,021	4,579	167,000	187,000
	4	175,389	4,622	162,000	184,000
	5	167,373	15,662	124,000	186,000
	6	204,134	15,138	167,000	226,000
8	1	228,743	8,385	195,000	235,000
	2	230,134	8,644	197,000	235,000
	3	195,021	4,408	182,000	203,000
	4	193,097	4,307	182,000	203,000
	5	184,592	16,142	141,000	204,000
	6	219,739	14,439	184,000	235,000
9	1	234,208	3,180	212,000	235,000
	2	234,423	2,513	217,000	235,000
	3	212,028	4,274	199,000	220,000
	4	210,028	4,130	199,000	220,000
	5	201,683	16,020	156,000	221,000
	6	229,880	8,245	201,000	235,000
10	1	234,931	0,631	228,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	227,937	4,581	216,000	235,000
	4	225,958	4,346	214,000	235,000
	5	217,873	16,178	172,000	235,000
	6	234,070	3,071	217,000	235,000

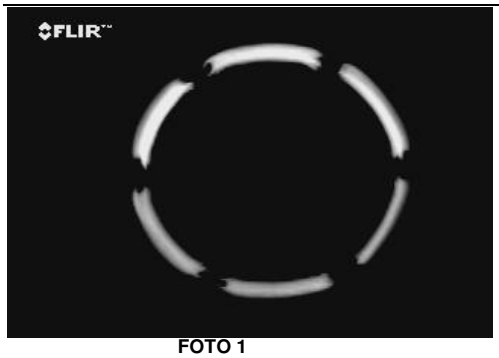


FOTO 1

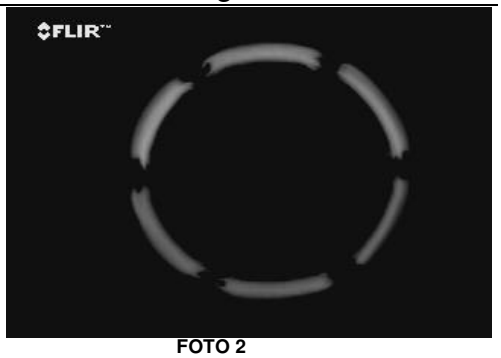


FOTO 2

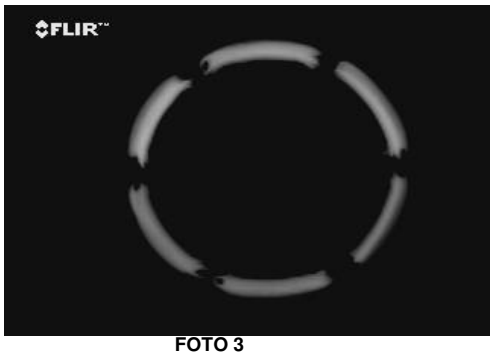


FOTO 3

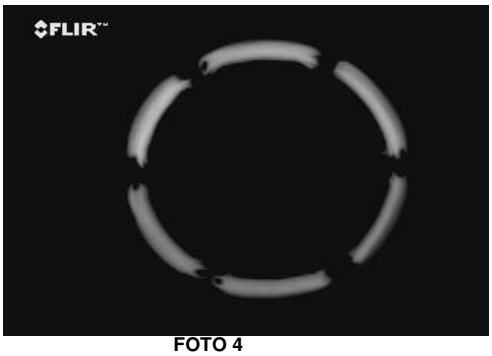


FOTO 4

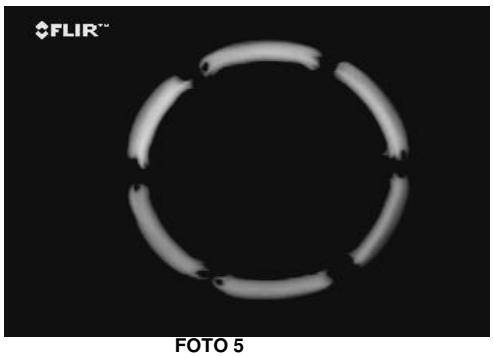


FOTO 5

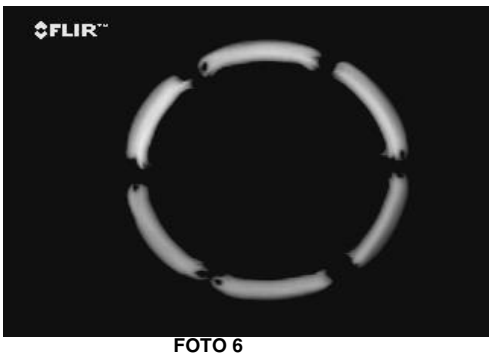


FOTO 6

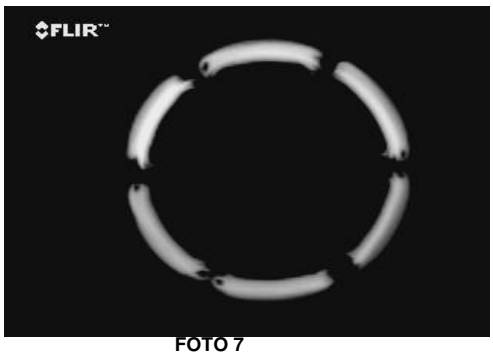


FOTO 7

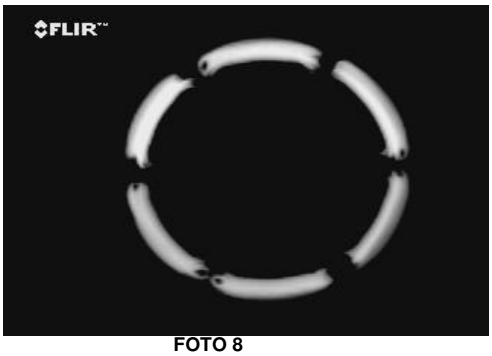


FOTO 8

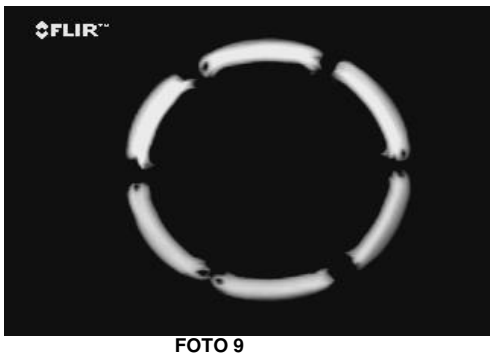


FOTO 9

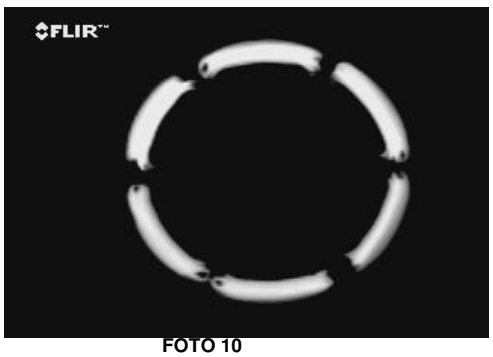


FOTO 10

Fallo en posición 3 (sentido antihorario)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	18,229	0,694	17,000	20,000
	2	18,113	0,413	17,000	19,000
	3	18,190	0,488	17,000	19,000
	4	17,889	0,473	17,000	19,000
	5	16,387	0,487	16,000	17,000
	6	16,901	0,585	16,000	18,000
2	1	58,472	2,865	51,000	64,000
	2	56,197	1,958	51,000	61,000
	3	57,106	2,006	53,000	64,000
	4	53,653	1,556	51,000	58,000
	5	47,359	2,324	42,000	53,000
	6	49,951	2,404	44,000	57,000
3	1	90,417	2,194	85,000	97,000
	2	89,923	2,332	85,000	95,000
	3	92,268	2,578	86,000	99,000
	4	83,840	2,074	80,000	88,000
	5	78,401	2,090	72,000	82,000
	6	82,803	3,181	74,000	89,000
4	1	115,556	2,232	110,000	120,000
	2	114,359	2,218	110,000	120,000
	3	119,007	2,522	112,000	126,000
	4	106,319	2,400	101,000	112,000
	5	102,070	2,471	97,000	107,000
	6	106,387	2,974	99,000	116,000
5	1	145,000	2,711	139,000	152,000
	2	144,944	2,523	139,000	151,000
	3	150,725	3,222	142,000	157,000
	4	134,097	3,042	127,000	140,000
	5	129,289	3,391	121,000	136,000
	6	135,056	2,486	129,000	141,000
6	1	170,187	3,046	164,000	177,000
	2	170,218	2,314	164,000	177,000
	3	178,113	3,729	168,000	186,000
	4	157,111	3,247	149,000	165,000
	5	154,106	3,150	146,000	161,000
	6	159,845	2,265	155,000	169,000
7	1	200,708	2,901	192,000	208,000
	2	202,120	2,269	197,000	207,000
	3	210,746	3,971	203,000	218,000
	4	185,389	4,342	177,000	195,000
	5	184,627	4,182	171,000	192,000
	6	189,979	2,468	183,000	195,000
8	1	231,083	3,124	223,000	235,000
	2	231,373	2,857	223,000	235,000
	3	234,873	0,604	230,000	235,000
	4	213,340	5,006	203,000	223,000
	5	212,683	4,501	202,000	220,000
	6	218,923	2,834	212,000	224,000
9	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	233,875	2,303	226,000	235,000
	5	234,521	1,481	225,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

FOTO 1

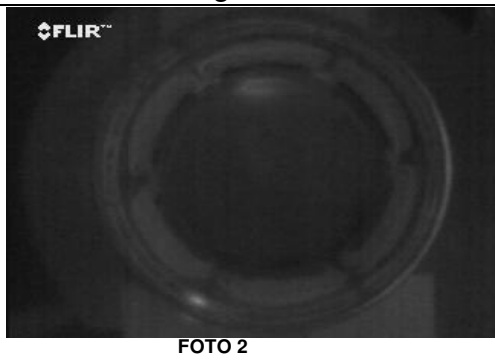


FOTO 2

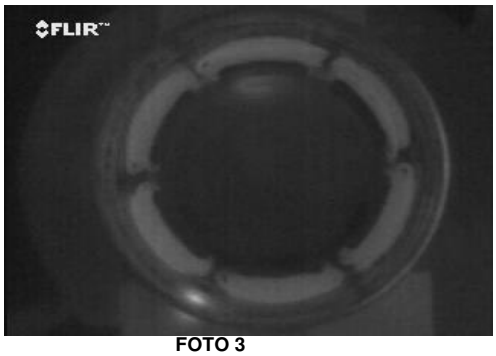


FOTO 3

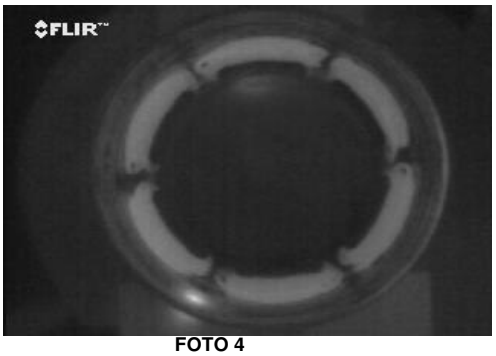


FOTO 4

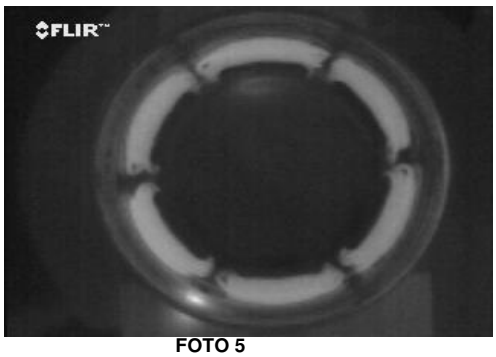


FOTO 5

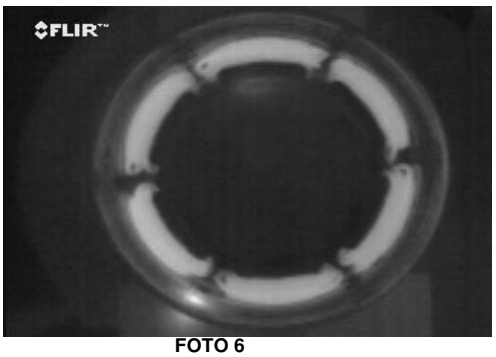


FOTO 6

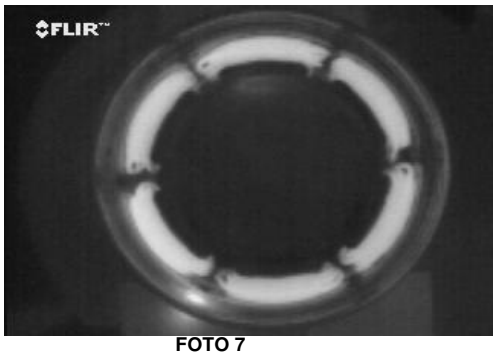


FOTO 7

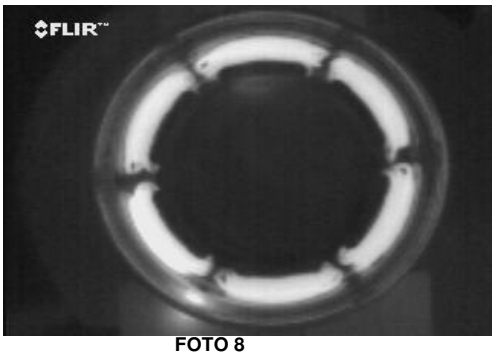


FOTO 8

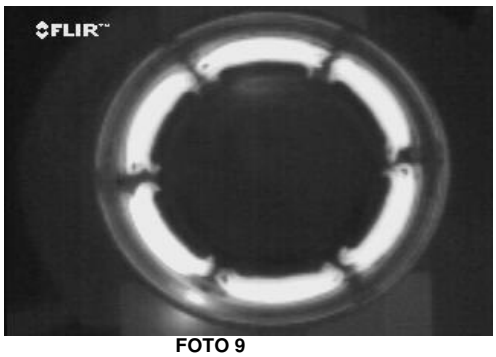


FOTO 9

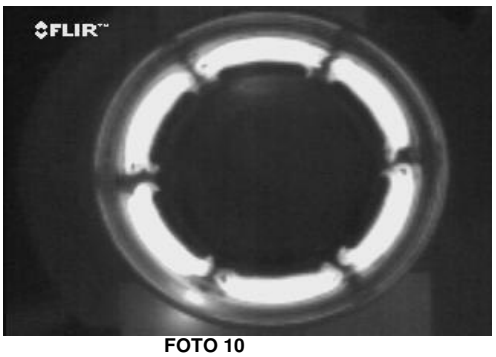


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	145,458	8,863	123,000	163,000
	2	156,528	10,006	125,000	170,000
	3	194,859	3,669	186,000	203,000
	4	145,576	4,712	136,000	154,000
	5	159,676	4,808	137,000	166,000
	6	134,514	4,450	126,000	144,000
2	1	16,000	0,000	16,000	16,000
	2	16,000	0,000	16,000	16,000
	3	16,000	0,000	16,000	16,000
	4	16,000	0,000	16,000	16,000
	5	16,000	0,000	16,000	16,000
	6	16,000	0,000	16,000	16,000
3	1	82,111	7,348	65,000	96,000
	2	90,746	7,913	67,000	102,000
	3	123,225	3,604	112,000	130,000
	4	80,437	3,924	72,000	88,000
	5	92,627	3,941	75,000	99,000
	6	71,500	3,936	62,000	80,000
4	1	103,868	7,352	85,000	118,000
	2	113,232	7,691	91,000	126,000
	3	149,035	3,602	137,000	154,000
	4	101,437	3,824	93,000	109,000
	5	114,155	4,106	96,000	120,000
	6	93,380	3,609	85,000	101,000
5	1	127,576	8,309	106,000	145,000
	2	137,451	7,695	114,000	148,000
	3	175,331	3,903	163,000	182,000
	4	125,007	4,465	116,000	133,000
	5	138,451	3,955	121,000	145,000
	6	115,655	4,231	106,000	126,000
6	1	149,736	8,251	128,000	166,000
	2	159,352	8,112	135,000	170,000
	3	200,169	4,258	188,000	207,000
	4	146,417	5,130	136,000	155,000
	5	160,035	4,139	142,000	167,000
	6	138,077	4,174	128,000	147,000
7	1	170,958	9,010	149,000	189,000
	2	180,725	8,743	154,000	196,000
	3	224,254	4,443	209,000	233,000
	4	166,674	4,966	156,000	176,000
	5	181,859	4,739	160,000	188,000
	6	158,880	3,949	149,000	169,000
8	1	192,604	9,351	169,000	211,000
	2	202,796	8,960	174,000	214,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	187,708	5,430	177,000	198,000
	5	203,810	5,011	182,000	212,000
	6	179,634	4,013	170,000	189,000
9	1	215,007	9,799	188,000	234,000
	2	226,338	8,668	199,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	209,931	5,435	198,000	221,000
	5	227,049	5,016	207,000	235,000
	6	202,106	4,240	193,000	210,000
10	1	231,625	5,642	209,000	235,000
	2	234,190	2,873	218,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	230,174	5,190	219,000	235,000
	5	234,824	1,140	225,000	235,000
	6	222,627	4,715	212,000	234,000

FOTO 1

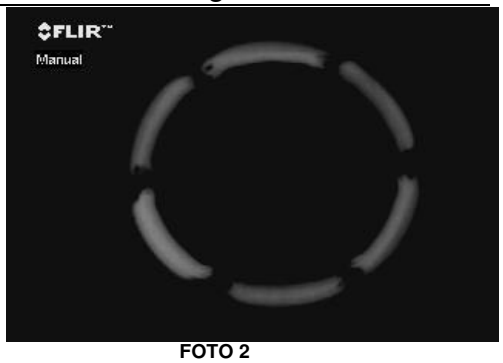


FOTO 2

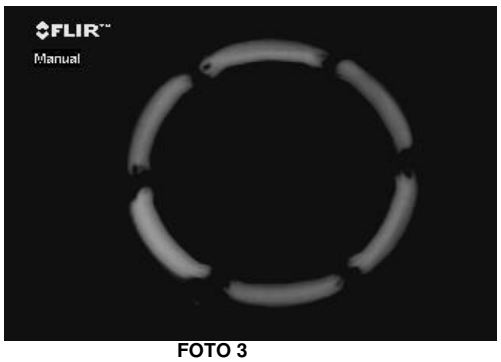


FOTO 3

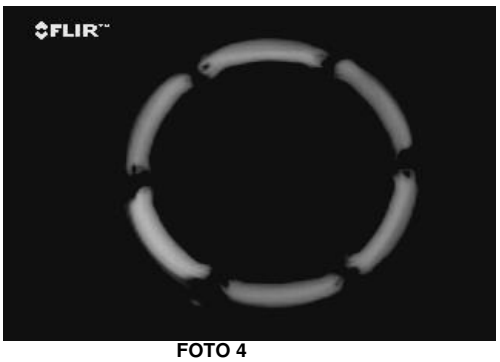


FOTO 4

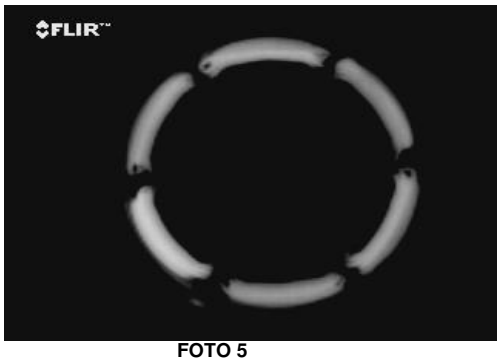


FOTO 5

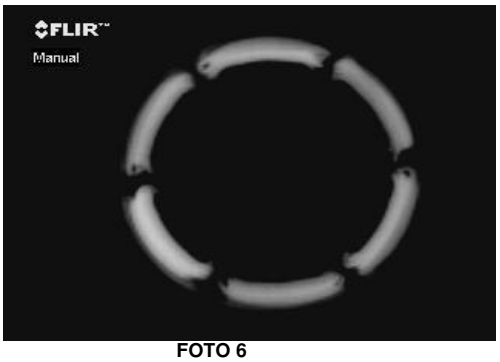


FOTO 6

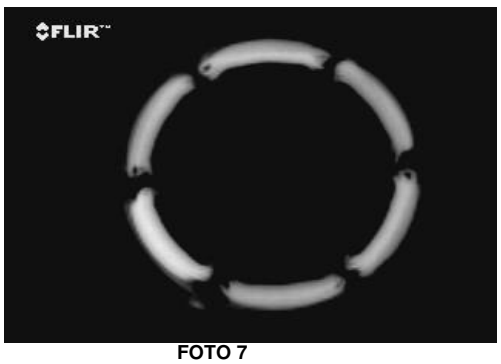


FOTO 7

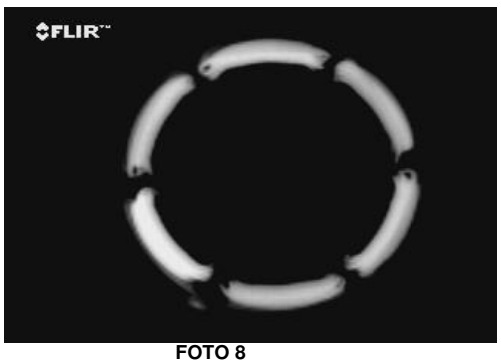


FOTO 8

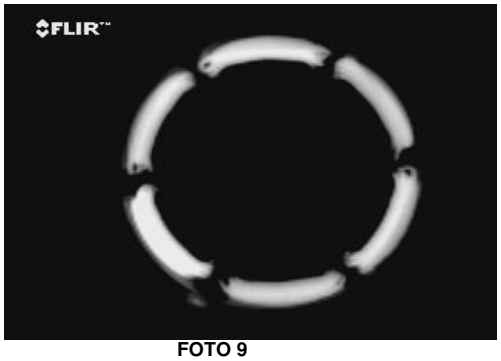


FOTO 9

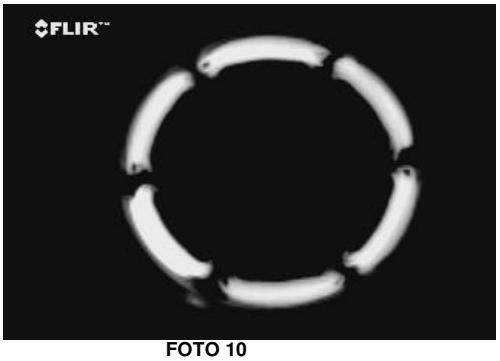


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	143,014	14,056	112,000	171,000
	2	148,169	18,572	93,000	173,000
	3	223,472	4,363	199,000	231,000
	4	143,694	5,352	129,000	152,000
	5	179,042	8,846	136,000	188,000
	6	126,542	6,670	114,000	139,000
2	1	85,132	10,927	60,000	105,000
	2	88,620	14,549	48,000	108,000
	3	147,746	3,387	131,000	154,000
	4	85,236	4,113	75,000	93,000
	5	111,387	6,814	80,000	119,000
	6	71,620	5,049	61,000	82,000
3	1	102,042	10,983	78,000	123,000
	2	105,768	14,338	64,000	127,000
	3	166,796	3,418	149,000	173,000
	4	100,222	4,102	91,000	108,000
	5	128,859	7,088	97,000	136,000
	6	88,246	5,157	78,000	99,000
4	1	120,465	11,698	96,000	143,000
	2	124,739	15,220	81,000	146,000
	3	188,761	3,327	172,000	195,000
	4	118,319	4,906	108,000	126,000
	5	148,465	7,138	116,000	156,000
	6	105,500	4,842	97,000	117,000
5	1	136,208	12,006	108,000	159,000
	2	140,232	15,197	97,000	162,000
	3	207,162	3,329	188,000	213,000
	4	134,174	4,835	124,000	143,000
	5	163,479	7,169	130,000	172,000
	6	121,331	5,089	111,000	132,000
6	1	153,431	11,761	124,000	176,000
	2	157,042	15,408	110,000	180,000
	3	226,697	3,627	209,000	233,000
	4	150,507	4,742	140,000	159,000
	5	180,669	7,422	146,000	189,000
	6	138,021	5,269	127,000	150,000
7	1	169,507	12,502	143,000	193,000
	2	173,965	15,275	128,000	196,000
	3	234,930	0,688	227,000	235,000
	4	166,222	5,083	156,000	176,000
	5	198,232	7,929	161,000	207,000
	6	154,190	4,590	145,000	165,000
8	1	188,146	13,070	158,000	213,000
	2	193,704	16,070	143,000	217,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	184,722	5,152	174,000	194,000
	5	217,218	7,631	182,000	227,000
	6	171,725	5,225	160,000	184,000
9	1	204,701	13,199	172,000	230,000
	2	210,049	16,464	160,000	233,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	201,778	5,619	192,000	213,000
	5	232,324	6,411	199,000	235,000
	6	188,197	5,149	177,000	199,000
10	1	221,229	11,053	190,000	235,000
	2	225,465	12,475	176,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	218,826	5,940	207,000	229,000
	5	234,521	2,629	215,000	235,000
	6	206,704	5,178	196,000	220,000

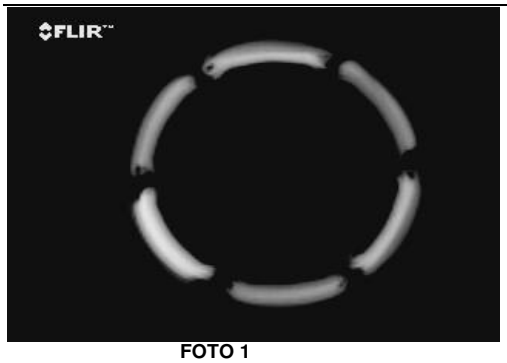


FOTO 1

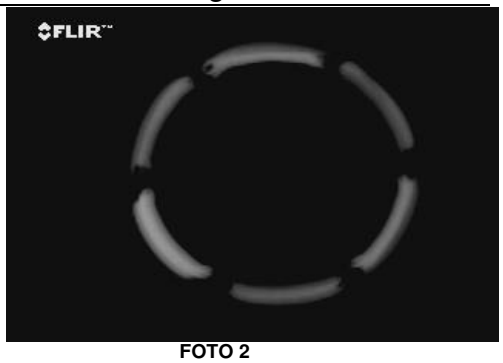


FOTO 2

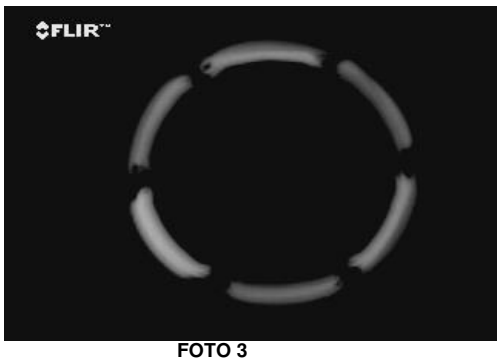


FOTO 3

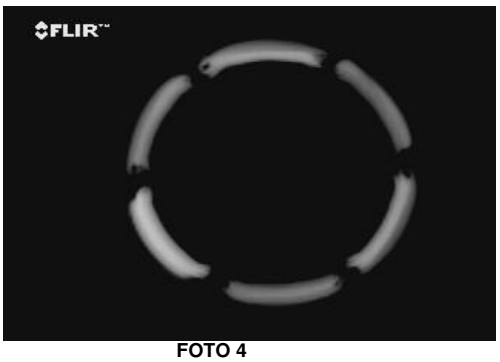


FOTO 4

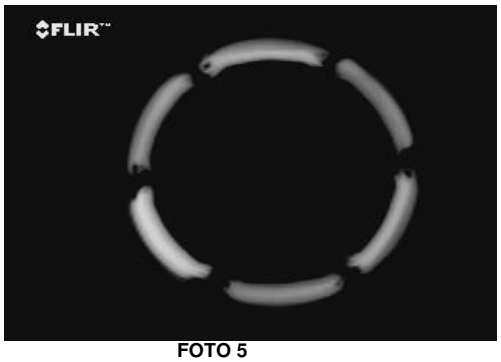


FOTO 5

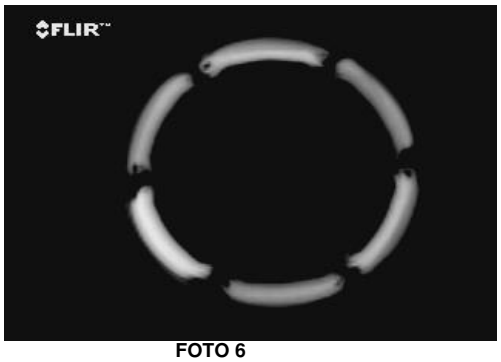


FOTO 6

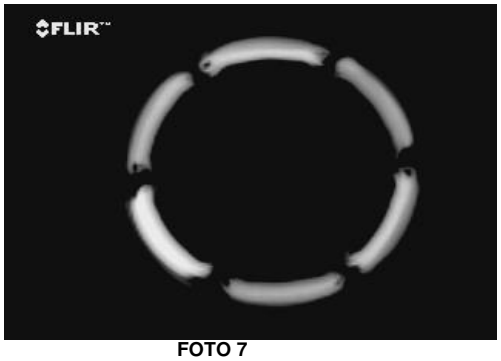


FOTO 7

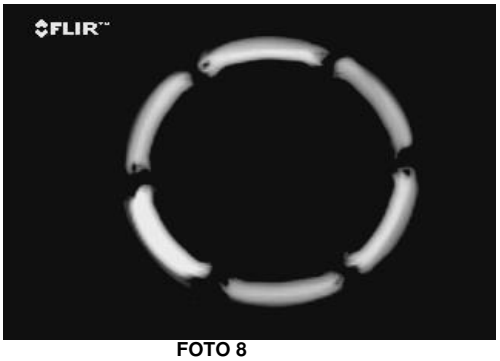


FOTO 8

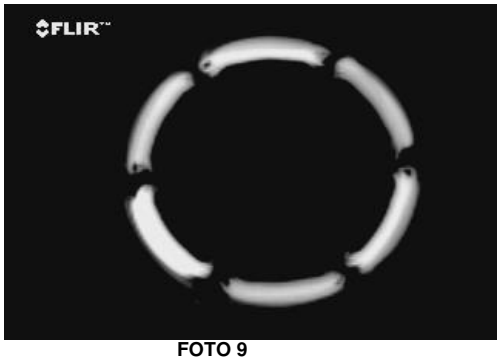


FOTO 9

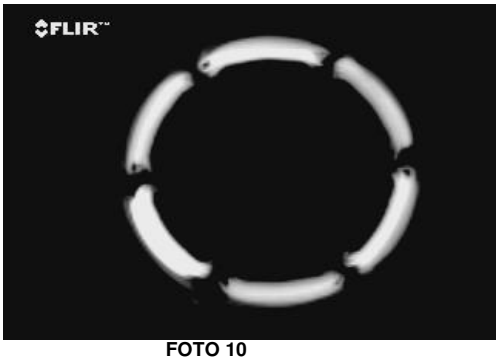


FOTO 10

-Prueba 4-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	83,306	15,956	36,000	105,000
	2	94,268	21,577	34,000	128,000
	3	191,979	5,275	160,000	199,000
	4	96,382	4,671	82,000	107,000
	5	138,711	17,897	77,000	155,000
	6	80,099	5,685	67,000	90,000
2	1	16,000	0,000	16,000	16,000
	2	16,254	1,230	16,000	27,000
	3	171,563	11,168	107,000	190,000
	4	16,000	0,000	16,000	16,000
	5	54,965	24,810	16,000	85,000
	6	16,000	0,000	16,000	16,000
3	1	57,681	14,772	16,000	80,000
	2	66,782	20,637	16,000	99,000
	3	162,296	4,812	135,000	169,000
	4	67,833	4,761	55,000	78,000
	5	108,141	17,089	50,000	125,000
	6	51,683	5,109	41,000	61,000
4	1	73,333	15,462	29,000	95,000
	2	82,930	20,490	25,000	115,000
	3	180,655	5,016	152,000	188,000
	4	82,896	5,086	69,000	94,000
	5	124,106	17,538	63,000	141,000
	6	67,634	5,229	57,000	78,000
5	1	88,826	15,736	42,000	111,000
	2	99,204	21,132	37,000	133,000
	3	200,577	5,015	172,000	207,000
	4	98,424	4,662	87,000	109,000
	5	141,134	17,710	80,000	157,000
	6	83,352	5,354	70,000	93,000
6	1	102,833	15,818	55,000	126,000
	2	113,493	21,216	52,000	146,000
	3	217,303	4,967	188,000	224,000
	4	111,604	5,029	100,000	123,000
	5	155,232	17,796	96,000	174,000
	6	97,338	5,043	83,000	107,000
7	1	121,014	16,508	72,000	146,000
	2	132,190	21,456	69,000	166,000
	3	234,218	2,996	210,000	235,000
	4	130,319	5,232	118,000	142,000
	5	173,972	18,168	112,000	192,000
	6	114,655	5,377	101,000	124,000
8	1	136,944	16,860	85,000	161,000
	2	148,655	21,797	84,000	184,000
	3	234,951	0,585	228,000	235,000
	4	145,806	5,561	134,000	156,000
	5	190,796	18,619	127,000	209,000
	6	130,838	5,420	116,000	141,000
9	1	155,326	17,265	101,000	179,000
	2	166,972	22,559	101,000	203,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	164,111	5,794	152,000	176,000
	5	210,155	18,935	145,000	229,000
	6	148,923	5,422	136,000	160,000
10	1	169,278	17,805	114,000	194,000
	2	183,099	22,707	115,000	220,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	177,826	5,988	165,000	189,000
	5	223,085	17,784	158,000	235,000
	6	163,211	5,524	149,000	173,000

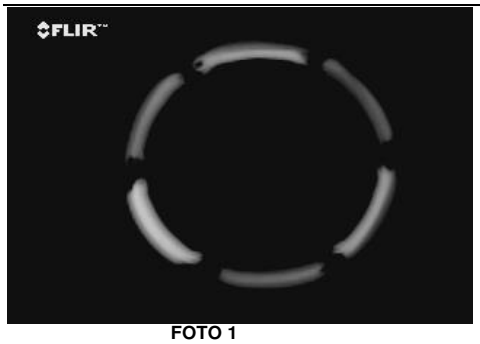


FOTO 1

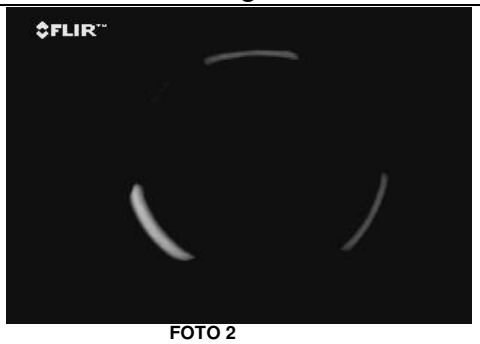


FOTO 2

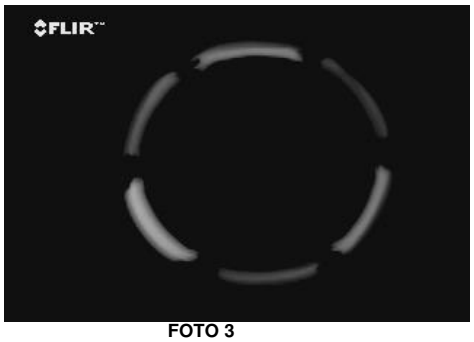


FOTO 3

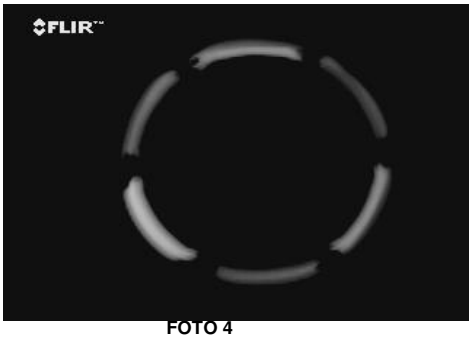


FOTO 4

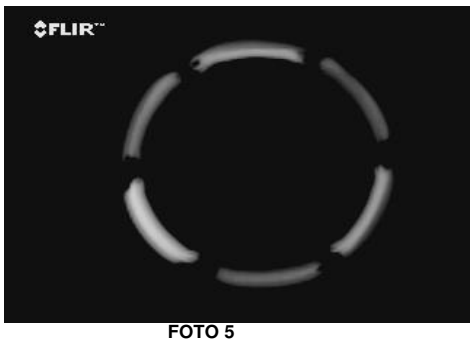


FOTO 5

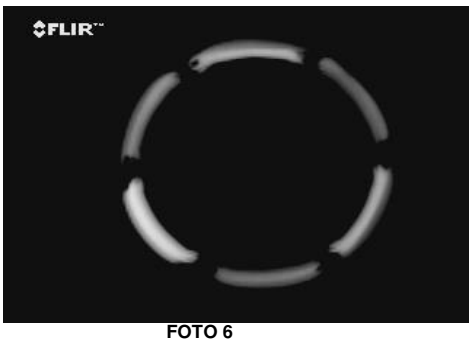


FOTO 6

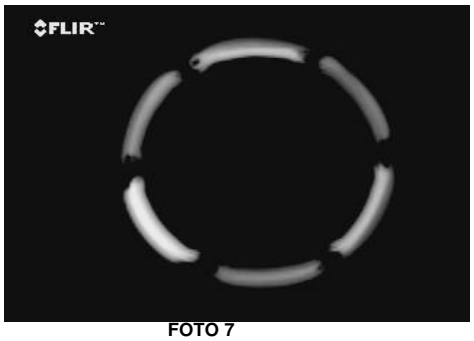


FOTO 7

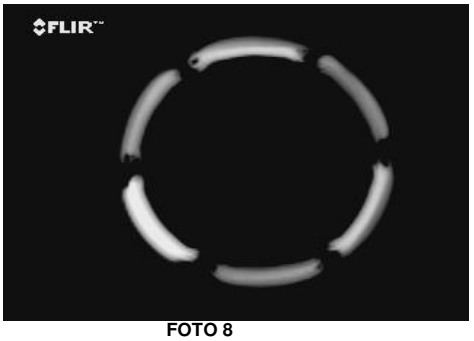


FOTO 8

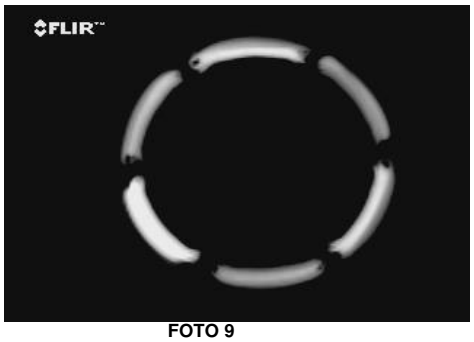


FOTO 9

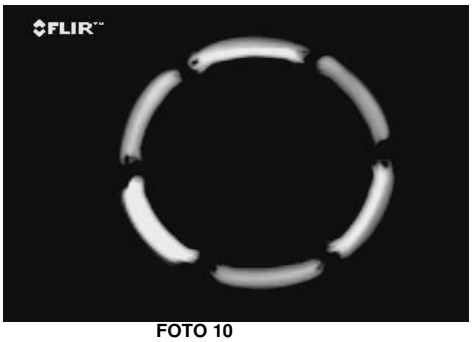


FOTO 10

Fallo en posición 4 (sentido antihorario)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	18,319	0,573	17,000	20,000
	2	18,873	0,542	18,000	20,000
	3	17,289	0,453	17,000	18,000
	4	17,028	0,390	16,000	18,000
	5	16,486	0,514	16,000	18,000
	6	16,824	0,479	16,000	18,000
2	1	64,507	2,953	59,000	72,000
	2	65,803	2,900	59,000	72,000
	3	55,394	1,811	51,000	60,000
	4	59,562	1,968	55,000	64,000
	5	51,965	1,867	48,000	56,000
	6	55,162	1,871	50,000	61,000
3	1	88,597	3,243	82,000	95,000
	2	91,366	3,034	84,000	99,000
	3	77,556	2,121	72,000	83,000
	4	85,868	2,277	80,000	93,000
	5	75,254	2,927	67,000	82,000
	6	80,704	1,909	77,000	85,000
4	1	119,576	3,265	112,000	126,000
	2	121,359	3,593	113,000	131,000
	3	102,754	2,490	99,000	110,000
	4	116,278	2,562	111,000	125,000
	5	102,232	3,465	94,000	112,000
	6	109,937	2,496	105,000	118,000
5	1	145,868	3,206	140,000	154,000
	2	148,697	3,149	140,000	158,000
	3	127,303	3,063	119,000	136,000
	4	145,653	3,015	139,000	153,000
	5	127,711	3,989	118,000	138,000
	6	137,007	2,437	131,000	143,000
6	1	176,729	3,916	168,000	186,000
	2	180,366	3,557	171,000	187,000
	3	155,373	3,034	147,000	162,000
	4	178,104	3,935	169,000	187,000
	5	156,528	4,672	144,000	165,000
	6	168,056	2,755	161,000	176,000
7	1	202,771	3,804	193,000	210,000
	2	206,535	3,341	197,000	215,000
	3	178,423	3,850	168,000	185,000
	4	205,660	4,598	195,000	219,000
	5	181,542	5,846	165,000	194,000
	6	195,239	2,848	187,000	203,000
8	1	233,312	2,482	225,000	235,000
	2	234,732	0,871	230,000	235,000
	3	208,077	4,694	197,000	218,000
	4	234,264	1,764	227,000	235,000
	5	211,444	6,417	195,000	223,000
	6	228,035	3,141	220,000	235,000
9	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	231,993	3,583	222,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	232,972	3,931	218,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

FOTO 1

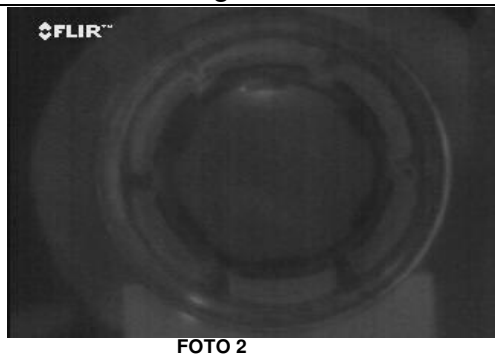


FOTO 2

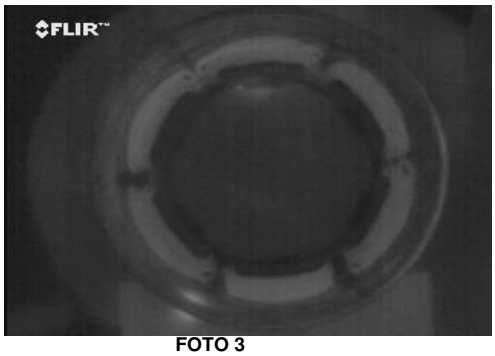


FOTO 3

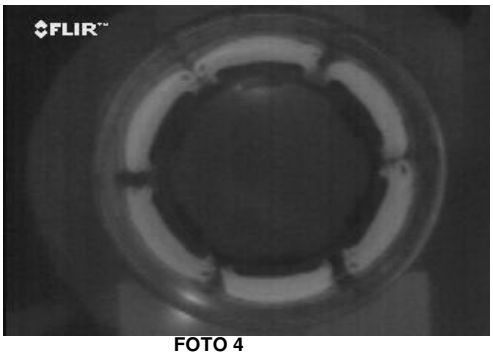


FOTO 4

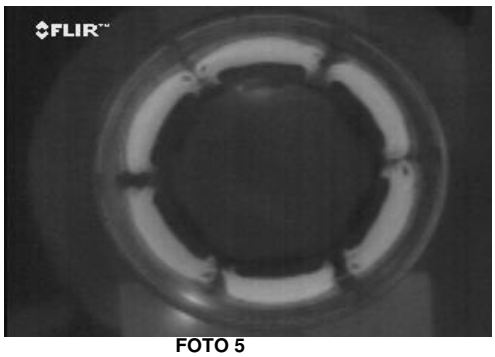


FOTO 5

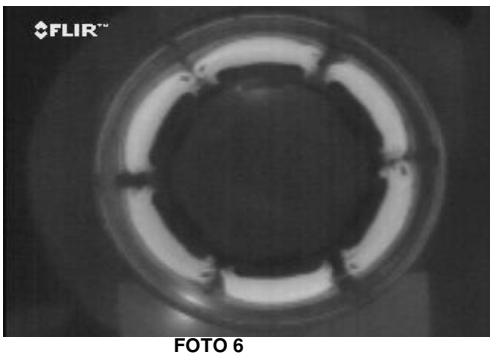


FOTO 6

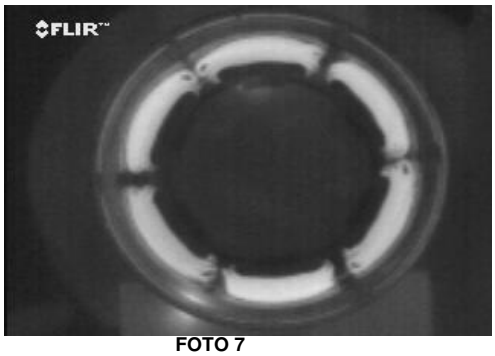


FOTO 7

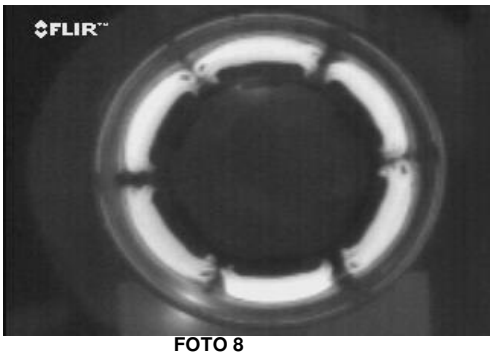


FOTO 8

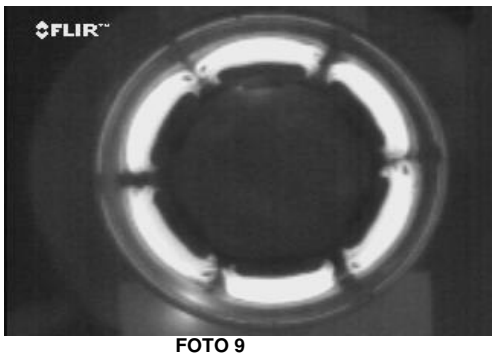


FOTO 9

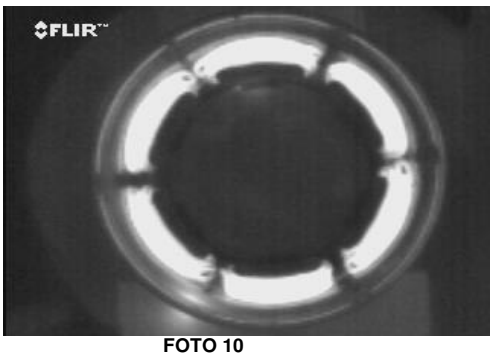


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	205,359	69,534	16,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
2	1	70,882	5,517	54,000	82,000
	2	77,035	2,970	63,000	83,000
	3	40,486	6,204	26,000	53,000
	4	82,993	7,692	68,000	98,000
	5	64,930	4,157	52,000	71,000
	6	67,746	2,094	63,000	73,000
3	1	91,611	5,856	75,000	104,000
	2	98,042	3,369	79,000	104,000
	3	58,275	6,833	45,000	72,000
	4	105,444	8,094	90,000	122,000
	5	86,338	5,092	73,000	95,000
	6	88,761	2,373	82,000	93,000
4	1	113,889	6,663	99,000	127,000
	2	120,585	3,376	103,000	127,000
	3	78,683	7,351	63,000	95,000
	4	129,278	8,585	113,000	148,000
	5	107,761	5,100	94,000	115,000
	6	111,120	2,639	103,000	117,000
5	1	135,667	6,530	118,000	149,000
	2	142,542	3,512	123,000	149,000
	3	98,000	6,916	83,000	114,000
	4	153,576	8,709	136,000	171,000
	5	129,570	5,908	115,000	138,000
	6	132,197	2,374	124,000	137,000
6	1	159,799	6,318	141,000	175,000
	2	165,310	3,582	150,000	173,000
	3	119,106	7,331	104,000	133,000
	4	179,493	9,748	162,000	199,000
	5	152,120	5,558	137,000	162,000
	6	156,183	2,266	151,000	161,000
7	1	181,611	6,581	161,000	196,000
	2	188,289	3,908	169,000	198,000
	3	138,197	7,485	124,000	154,000
	4	203,097	9,803	183,000	222,000
	5	173,401	6,614	154,000	182,000
	6	177,894	2,785	171,000	185,000
8	1	205,326	7,007	185,000	219,000
	2	213,275	4,162	194,000	223,000
	3	159,873	7,113	145,000	175,000
	4	226,986	8,373	211,000	235,000
	5	197,556	7,077	176,000	207,000
	6	203,035	2,738	198,000	209,000
9	1	226,424	6,702	209,000	235,000
	2	233,549	3,092	214,000	235,000
	3	178,873	7,996	162,000	196,000
	4	234,833	0,612	231,000	235,000
	5	218,563	6,962	198,000	228,000
	6	224,063	2,652	217,000	230,000
10	1	234,972	0,332	231,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	200,944	8,192	182,000	219,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	234,183	2,486	221,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

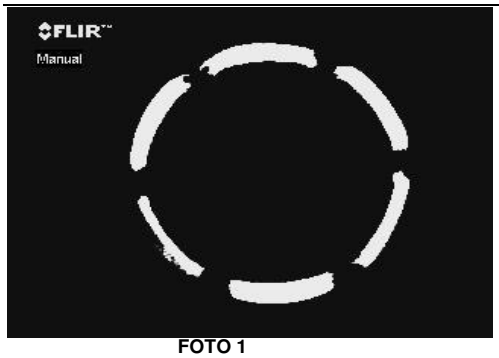


FOTO 1

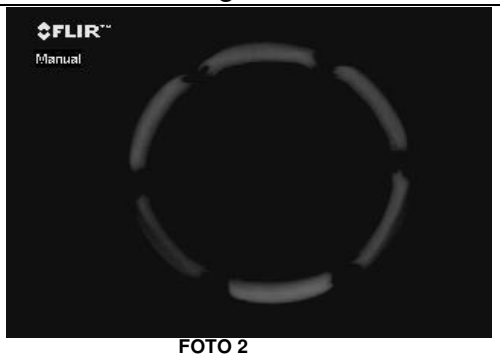


FOTO 2

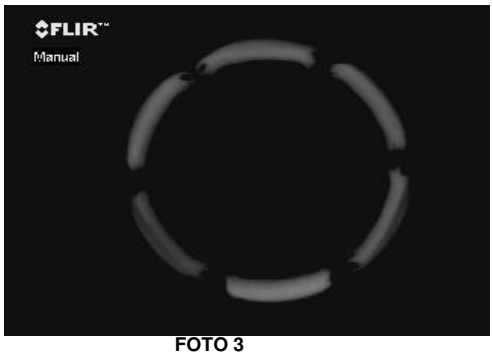


FOTO 3

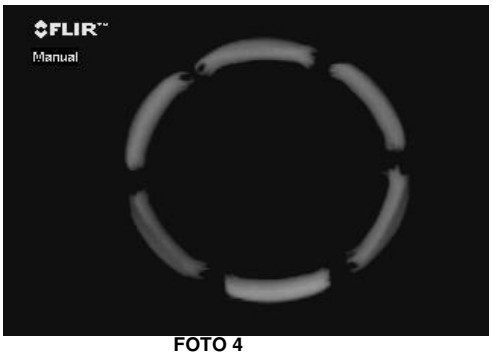


FOTO 4

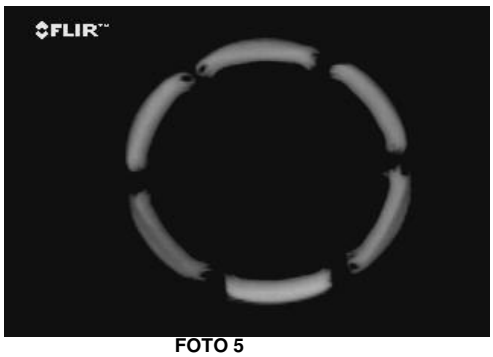


FOTO 5

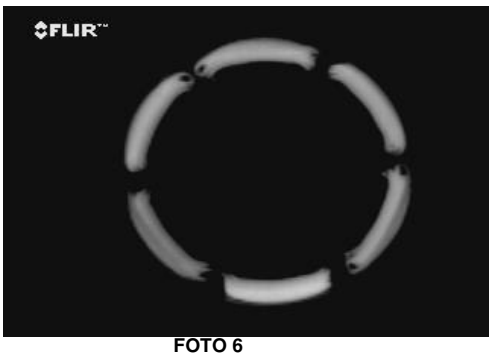


FOTO 6

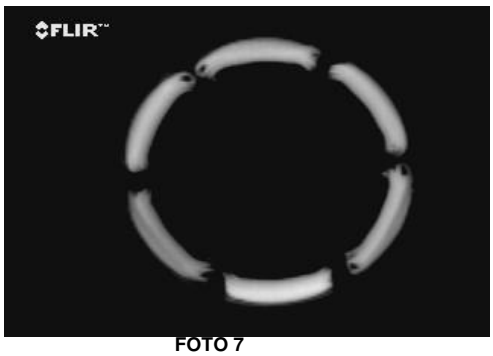


FOTO 7

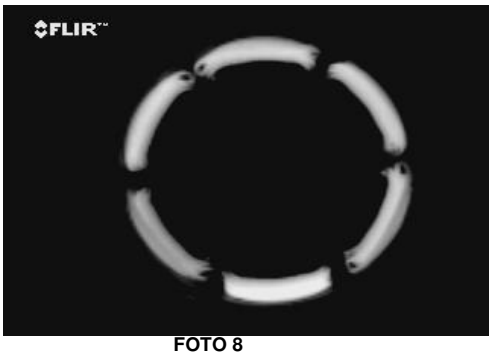


FOTO 8

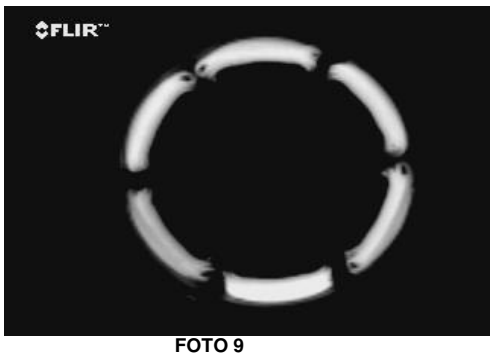


FOTO 9

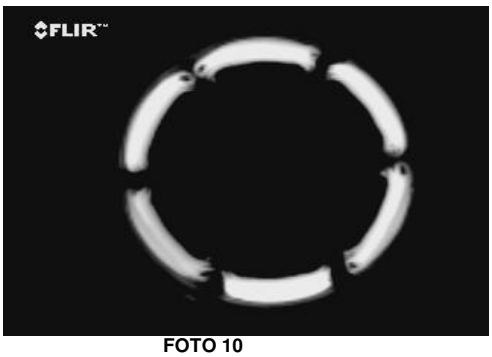


FOTO 10

-Prueba 3-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	198,118	23,690	148,000	235,000
	2	213,528	9,728	164,000	228,000
	3	110,641	28,064	55,000	158,000
	4	232,604	5,423	216,000	235,000
	5	220,176	14,646	153,000	235,000
	6	190,317	5,528	171,000	200,000
2	1	109,646	10,628	87,000	130,000
	2	115,162	4,285	93,000	123,000
	3	70,021	12,422	47,000	93,000
	4	135,424	9,987	117,000	153,000
	5	117,683	6,494	90,000	127,000
	6	105,113	2,493	97,000	110,000
3	1	126,819	10,843	101,000	147,000
	2	133,113	4,173	110,000	139,000
	3	85,254	12,447	62,000	107,000
	4	153,632	9,649	136,000	171,000
	5	133,810	6,721	103,000	144,000
	6	121,866	2,696	114,000	128,000
4	1	144,250	10,784	120,000	164,000
	2	151,676	4,298	127,000	159,000
	3	100,451	12,580	76,000	124,000
	4	172,604	10,531	154,000	192,000
	5	150,528	6,892	120,000	158,000
	6	139,718	2,676	132,000	145,000
5	1	162,451	10,757	137,000	183,000
	2	170,648	4,390	148,000	178,000
	3	116,303	12,794	93,000	141,000
	4	192,611	10,925	173,000	213,000
	5	167,641	7,150	138,000	178,000
	6	156,507	2,391	150,000	161,000
6	1	181,750	11,288	155,000	204,000
	2	189,690	4,335	166,000	195,000
	3	133,282	12,888	109,000	157,000
	4	212,090	11,300	191,000	233,000
	5	185,873	7,475	155,000	196,000
	6	175,549	3,015	168,000	182,000
7	1	198,667	11,775	172,000	222,000
	2	207,725	4,338	182,000	215,000
	3	148,894	12,819	125,000	172,000
	4	228,174	8,209	211,000	235,000
	5	202,824	7,546	174,000	213,000
	6	193,218	2,989	185,000	200,000
8	1	217,319	11,267	190,000	235,000
	2	227,303	4,485	203,000	235,000
	3	165,873	13,078	142,000	191,000
	4	234,757	0,892	230,000	235,000
	5	221,225	7,718	192,000	232,000
	6	211,465	2,731	204,000	218,000
9	1	230,819	6,281	209,000	235,000
	2	234,768	1,514	220,000	235,000
	3	182,296	13,701	155,000	208,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	233,085	4,446	208,000	235,000
	6	230,676	2,928	222,000	235,000
10	1	234,917	0,583	229,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	200,430	13,640	173,000	227,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	234,944	0,669	227,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

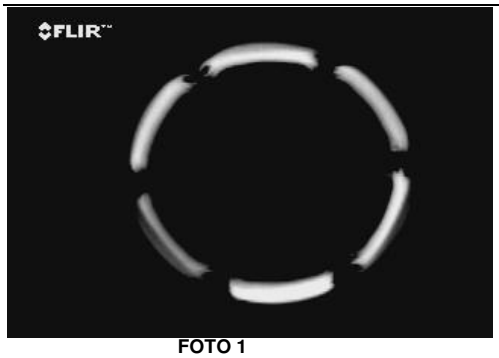


FOTO 1

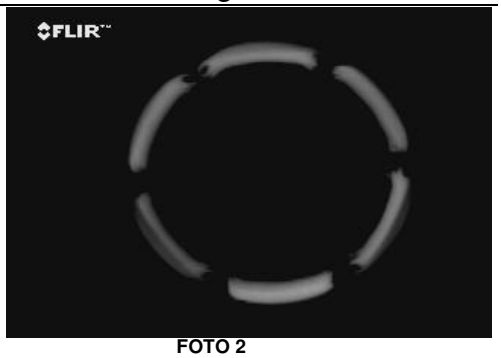


FOTO 2

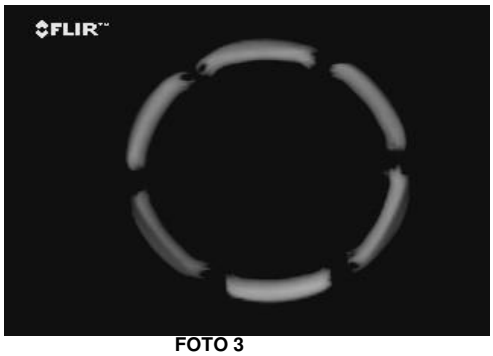


FOTO 3

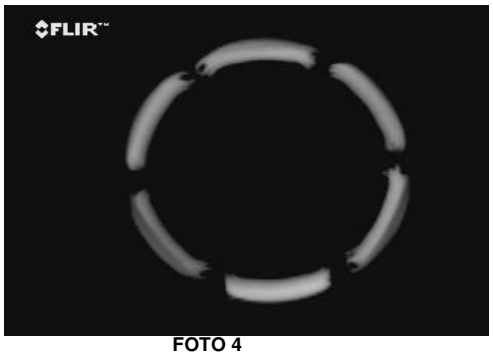


FOTO 4

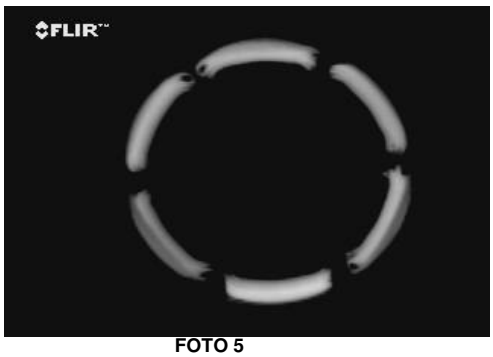


FOTO 5

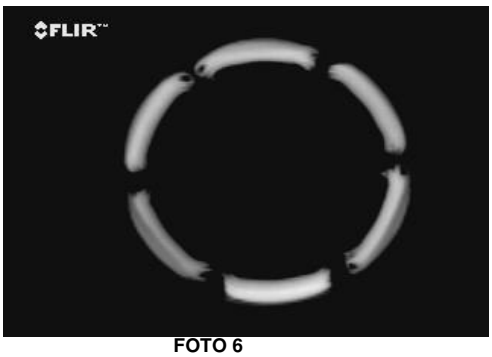


FOTO 6

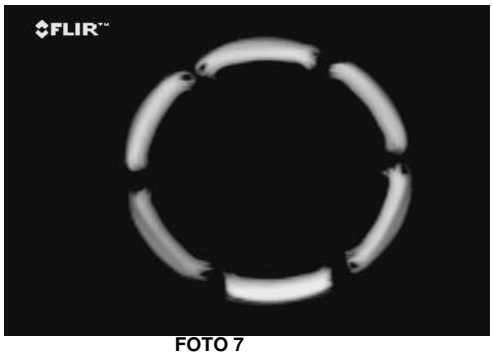


FOTO 7

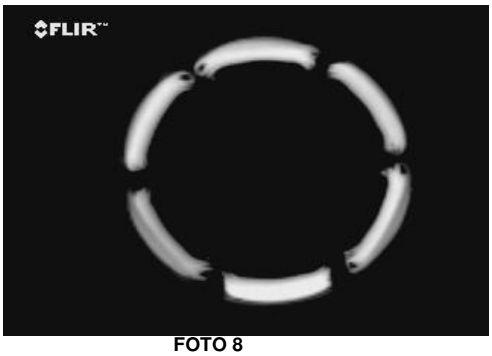


FOTO 8

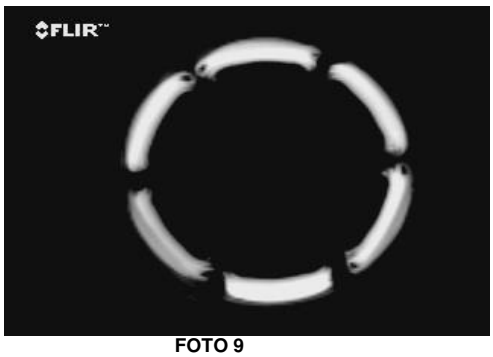


FOTO 9

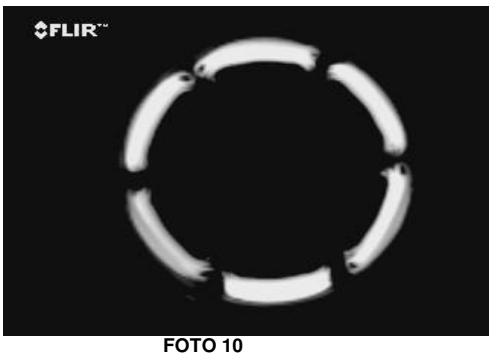


FOTO 10

-Prueba 4-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	149,750	33,965	74,000	213,000
	2	185,324	25,400	76,000	209,000
	3	36,514	28,904	16,000	122,000
	4	227,076	12,742	195,000	235,000
	5	202,049	43,745	30,000	235,000
	6	153,148	7,255	128,000	168,000
2	1	89,618	14,727	53,000	117,000
	2	104,169	11,002	53,000	114,000
	3	33,761	15,914	16,000	75,000
	4	130,437	12,932	106,000	153,000
	5	111,176	19,771	35,000	130,000
	6	90,120	3,253	79,000	96,000
3	1	104,910	15,133	66,000	132,000
	2	120,331	11,011	69,000	131,000
	3	47,204	16,419	16,000	90,000
	4	148,937	12,137	127,000	170,000
	5	126,993	19,970	50,000	148,000
	6	105,113	3,124	96,000	112,000
4	1	122,854	15,714	84,000	150,000
	2	139,070	11,504	88,000	150,000
	3	63,014	17,018	31,000	105,000
	4	167,958	12,453	146,000	191,000
	5	145,155	20,177	66,000	165,000
	6	122,218	3,466	109,000	129,000
5	1	140,243	15,824	101,000	169,000
	2	156,937	11,328	105,000	167,000
	3	77,845	16,897	45,000	120,000
	4	186,562	13,274	163,000	210,000
	5	161,261	20,283	81,000	183,000
	6	140,225	3,622	129,000	148,000
6	1	158,674	16,013	118,000	188,000
	2	174,373	11,671	121,000	186,000
	3	94,324	17,087	62,000	137,000
	4	206,819	13,216	183,000	231,000
	5	180,718	20,654	100,000	201,000
	6	158,197	3,391	147,000	166,000
7	1	174,750	16,568	132,000	204,000
	2	191,606	12,043	136,000	205,000
	3	108,641	17,238	75,000	153,000
	4	222,889	11,658	199,000	235,000
	5	196,873	21,067	114,000	218,000
	6	174,479	3,751	162,000	181,000
8	1	194,271	16,900	152,000	224,000
	2	211,838	12,104	155,000	223,000
	3	126,923	17,487	92,000	171,000
	4	233,000	4,248	220,000	235,000
	5	217,345	21,310	132,000	235,000
	6	194,972	3,993	183,000	203,000
9	1	211,319	16,042	168,000	235,000
	2	228,549	11,399	172,000	235,000
	3	142,401	17,735	107,000	185,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	227,246	17,386	149,000	235,000
	6	212,373	3,510	201,000	221,000
10	1	224,125	11,945	183,000	235,000
	2	232,824	7,131	185,000	235,000
	3	156,345	18,289	117,000	202,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	230,923	12,747	163,000	235,000
	6	229,775	3,921	217,000	235,000

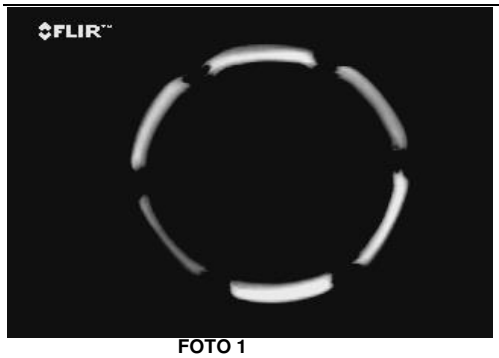


FOTO 1

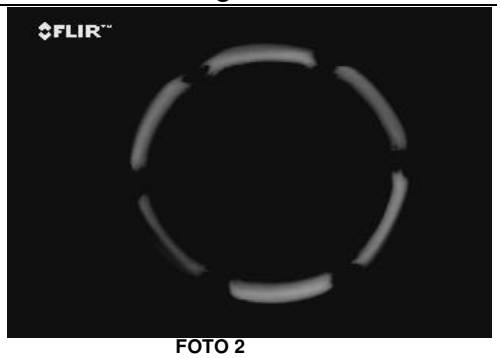


FOTO 2

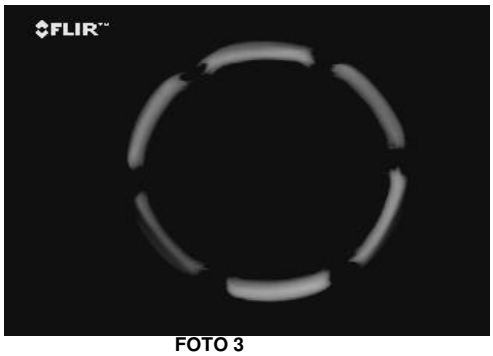


FOTO 3

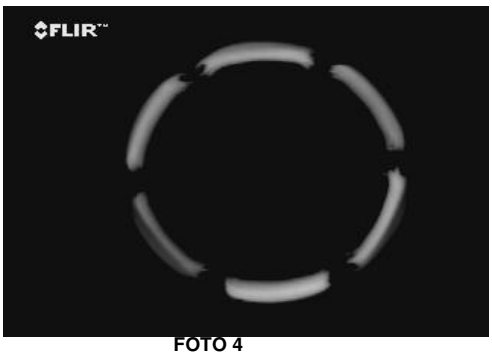


FOTO 4

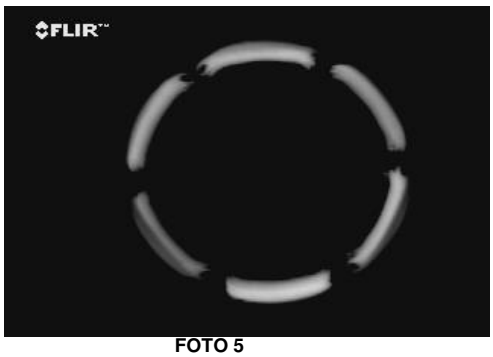


FOTO 5

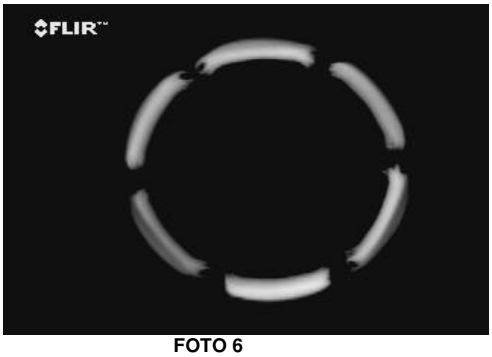


FOTO 6

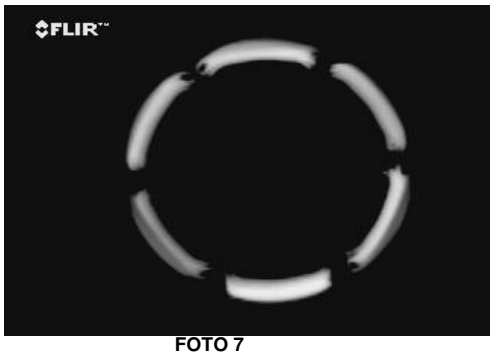


FOTO 7

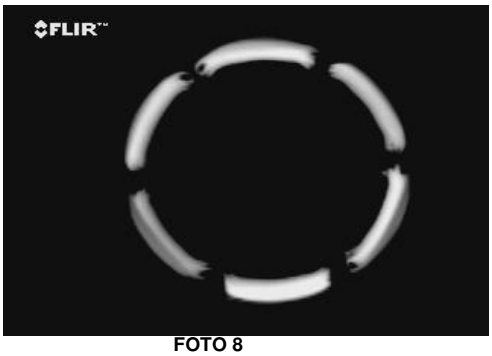


FOTO 8

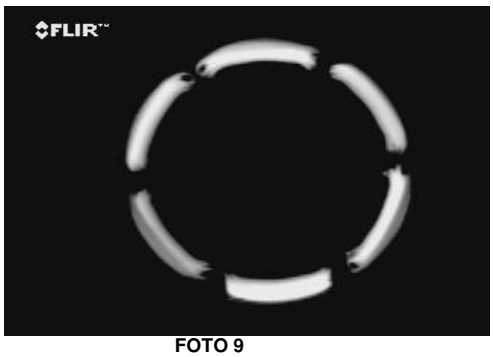


FOTO 9

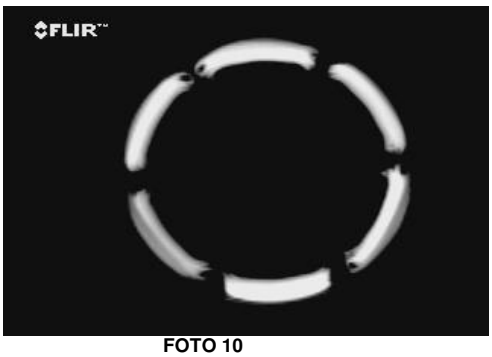


FOTO 10

Fallo en posición 5 (sentido antihorario)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	17,090	0,754	16,000	19,000
	2	16,662	0,568	16,000	18,000
	3	16,246	0,431	16,000	17,000
	4	16,958	0,538	16,000	18,000
	5	16,268	0,443	16,000	17,000
	6	16,007	0,084	16,000	17,000
2	1	55,049	3,761	48,000	66,000
	2	52,634	3,221	45,000	62,000
	3	48,479	2,388	44,000	56,000
	4	51,750	1,949	48,000	57,000
	5	52,521	2,165	47,000	58,000
	6	49,169	2,146	45,000	55,000
3	1	81,972	3,996	75,000	91,000
	2	80,134	4,235	71,000	90,000
	3	73,183	3,320	64,000	81,000
	4	78,542	2,048	73,000	83,000
	5	84,894	3,299	77,000	92,000
	6	76,803	2,305	71,000	82,000
4	1	110,903	3,825	104,000	120,000
	2	108,366	4,158	99,000	117,000
	3	101,000	3,668	92,000	110,000
	4	104,889	2,759	99,000	111,000
	5	117,669	3,797	108,000	128,000
	6	105,754	2,224	100,000	110,000
5	1	140,806	5,291	131,000	154,000
	2	137,387	4,445	128,000	146,000
	3	127,627	4,156	117,000	137,000
	4	132,403	3,479	125,000	141,000
	5	150,951	4,032	142,000	160,000
	6	133,852	2,307	128,000	140,000
6	1	167,625	4,991	160,000	181,000
	2	165,148	5,011	155,000	178,000
	3	153,423	4,842	141,000	162,000
	4	158,465	3,896	150,000	168,000
	5	182,549	5,339	170,000	195,000
	6	161,718	2,549	155,000	168,000
7	1	197,604	5,584	188,000	209,000
	2	195,880	5,582	183,000	207,000
	3	180,500	5,406	168,000	191,000
	4	185,410	5,121	175,000	195,000
	5	217,444	5,644	203,000	232,000
	6	192,556	3,034	186,000	201,000
8	1	225,049	4,443	217,000	235,000
	2	224,162	6,278	210,000	235,000
	3	206,866	5,985	193,000	219,000
	4	212,042	5,435	201,000	226,000
	5	234,894	0,613	230,000	235,000
	6	218,627	3,632	209,000	227,000
9	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	231,077	5,064	218,000	235,000
	4	233,028	3,293	223,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

FOTO 1

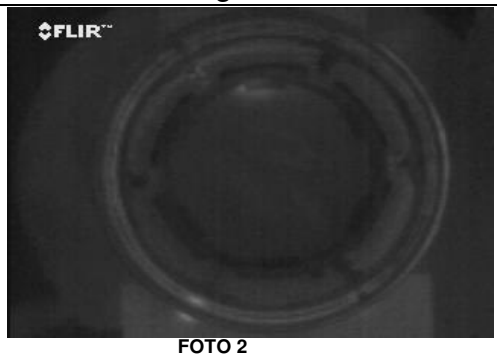


FOTO 2

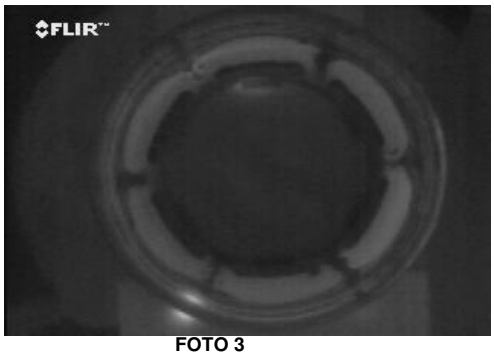


FOTO 3

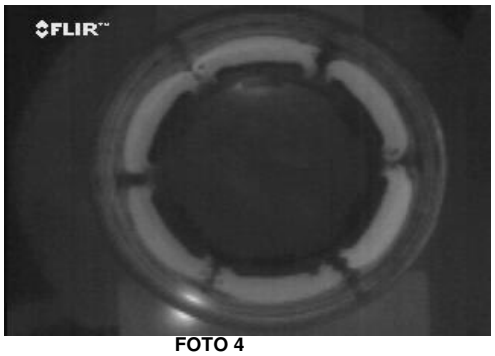


FOTO 4

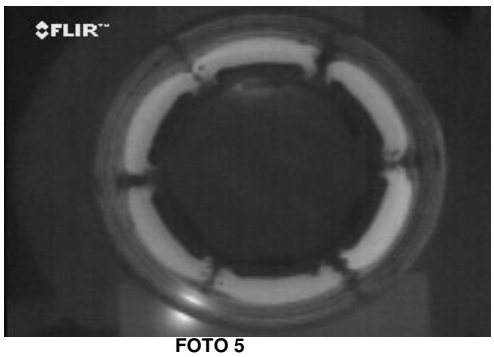


FOTO 5

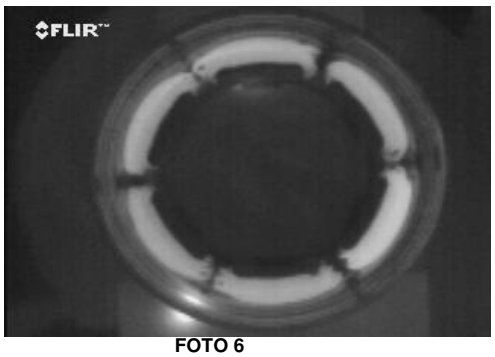


FOTO 6

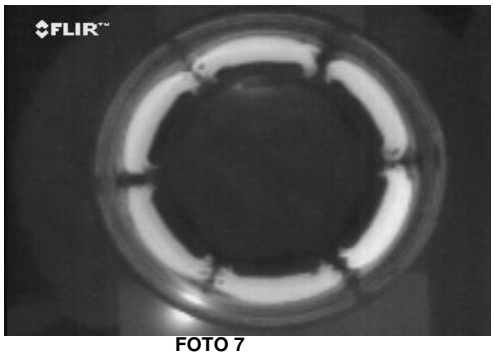


FOTO 7

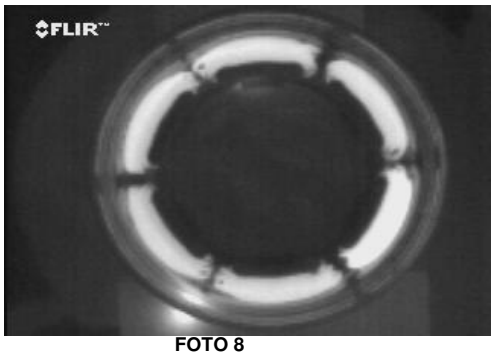


FOTO 8

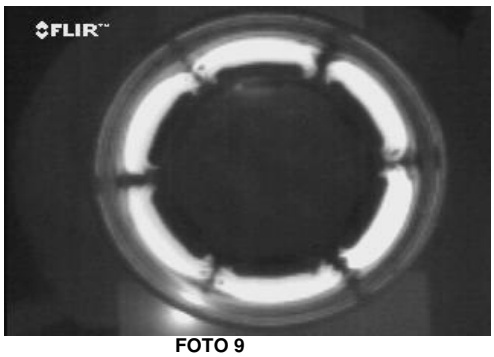


FOTO 9

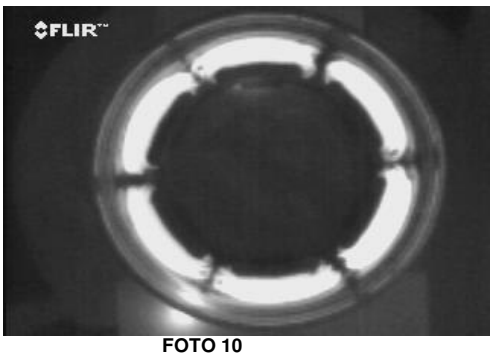


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	204,993	71,487	16,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	234,232	9,115	126,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
2	1	40,347	6,851	20,000	52,000
	2	58,437	3,473	46,000	65,000
	3	41,810	2,223	32,000	47,000
	4	46,660	3,585	37,000	55,000
	5	97,577	3,513	87,000	104,000
	6	49,465	3,085	42,000	57,000
3	1	59,993	7,581	40,000	71,000
	2	79,585	3,527	66,000	85,000
	3	60,655	2,768	48,000	67,000
	4	66,382	4,477	56,000	76,000
	5	122,521	4,170	110,000	129,000
	6	71,092	3,280	62,000	77,000
4	1	84,993	8,080	65,000	99,000
	2	104,345	3,224	93,000	109,000
	3	84,225	2,689	69,000	90,000
	4	90,819	4,533	79,000	99,000
	5	152,627	3,926	141,000	159,000
	6	95,507	3,377	84,000	101,000
5	1	105,056	7,886	85,000	119,000
	2	127,345	3,931	112,000	133,000
	3	104,254	2,574	92,000	108,000
	4	110,062	5,079	99,000	121,000
	5	177,472	4,784	165,000	185,000
	6	116,303	3,350	106,000	122,000
6	1	126,694	8,935	102,000	142,000
	2	149,331	4,028	132,000	155,000
	3	125,824	3,017	111,000	132,000
	4	132,083	5,352	120,000	143,000
	5	205,380	4,797	191,000	214,000
	6	138,979	3,227	129,000	145,000
7	1	148,160	8,828	123,000	161,000
	2	170,218	4,096	154,000	178,000
	3	147,211	2,976	133,000	152,000
	4	153,674	5,235	141,000	164,000
	5	230,979	4,769	217,000	235,000
	6	160,923	3,668	152,000	168,000
8	1	171,639	9,459	145,000	187,000
	2	197,592	4,847	179,000	205,000
	3	169,782	3,176	155,000	176,000
	4	176,910	6,095	164,000	187,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	185,620	3,640	175,000	193,000
9	1	192,174	10,113	163,000	208,000
	2	219,232	4,679	201,000	225,000
	3	190,148	3,060	172,000	195,000
	4	196,618	6,916	181,000	209,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	206,930	3,433	197,000	214,000
10	1	214,354	10,637	185,000	230,000
	2	234,655	1,548	223,000	235,000
	3	213,662	3,140	196,000	219,000
	4	219,431	7,142	204,000	232,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	230,415	3,839	220,000	235,000

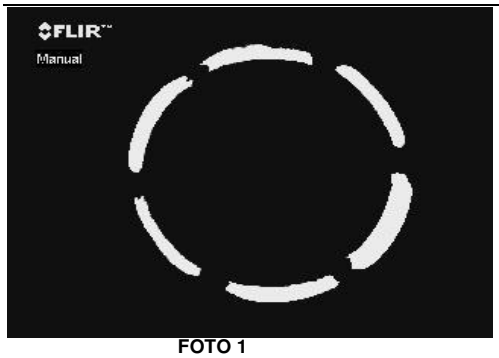


FOTO 1

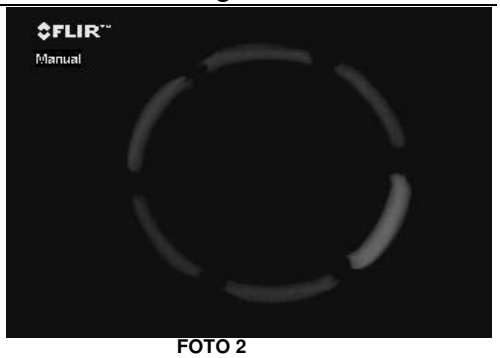


FOTO 2

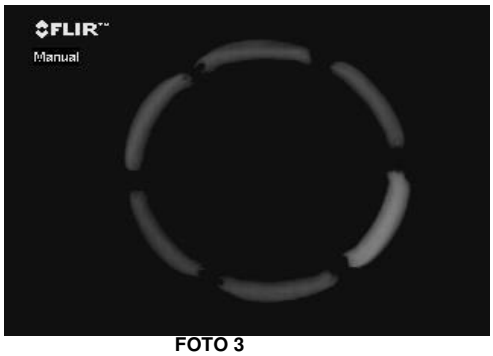


FOTO 3

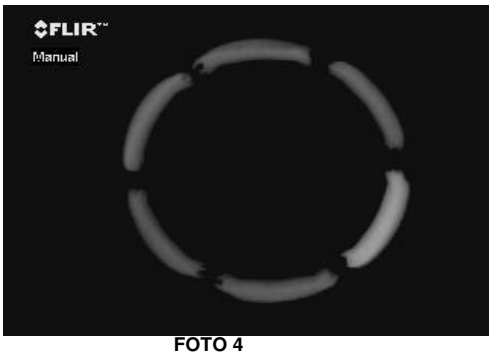


FOTO 4

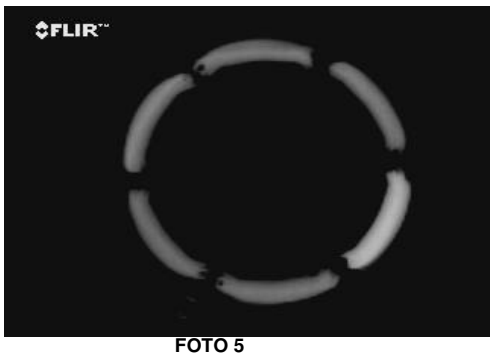


FOTO 5

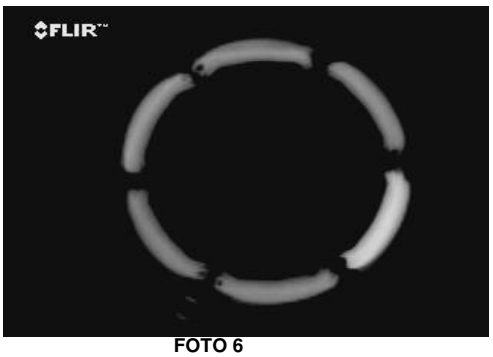


FOTO 6

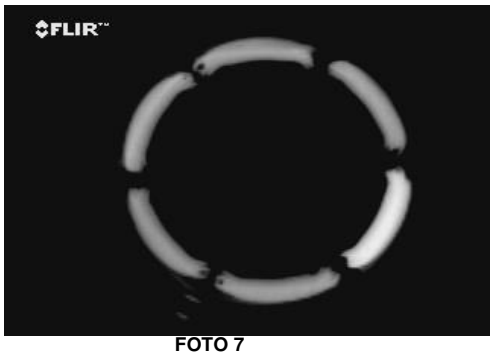


FOTO 7

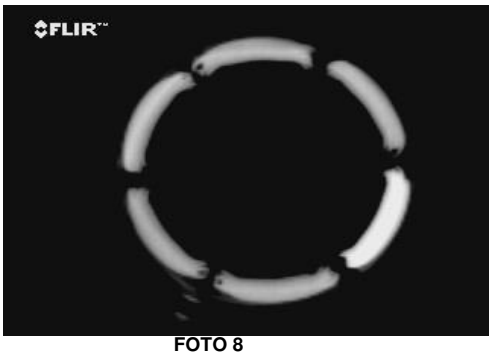


FOTO 8

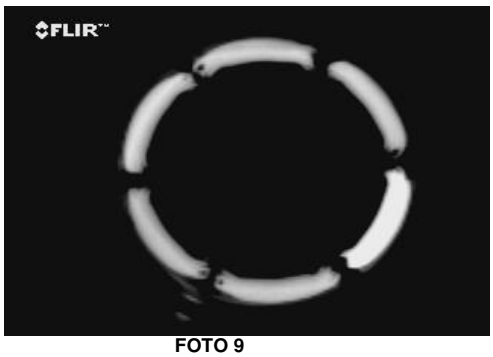


FOTO 9

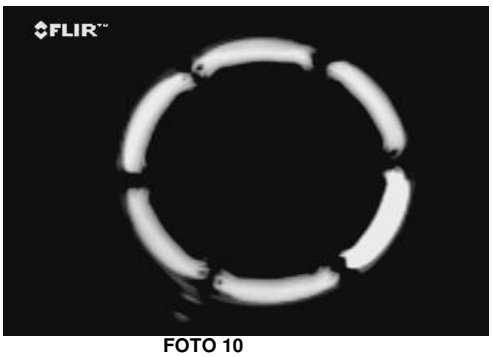


FOTO 10

-Prueba 3-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	98,937	31,950	26,000	151,000
	2	193,423	15,649	134,000	212,000
	3	137,725	11,096	93,000	156,000
	4	143,326	13,383	112,000	167,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	143,958	12,483	109,000	163,000
2	1	58,681	12,079	30,000	78,000
	2	92,930	5,493	71,000	100,000
	3	71,599	3,790	55,000	77,000
	4	74,299	5,199	62,000	86,000
	5	150,669	3,595	138,000	158,000
	6	75,275	4,831	62,000	82,000
3	1	76,694	12,146	48,000	97,000
	2	110,852	5,424	89,000	117,000
	3	88,303	3,783	73,000	94,000
	4	90,778	5,249	78,000	101,000
	5	171,937	3,924	159,000	179,000
	6	93,704	4,654	78,000	99,000
4	1	93,014	12,395	63,000	113,000
	2	128,261	5,783	105,000	135,000
	3	103,824	3,687	87,000	110,000
	4	106,687	5,282	94,000	117,000
	5	193,190	4,229	181,000	200,000
	6	109,711	4,974	97,000	118,000
5	1	112,181	12,720	81,000	133,000
	2	148,528	6,094	123,000	155,000
	3	122,937	4,035	105,000	129,000
	4	125,583	5,664	114,000	136,000
	5	216,394	4,162	205,000	223,000
	6	129,655	5,074	115,000	136,000
6	1	127,965	13,195	95,000	148,000
	2	165,620	6,094	142,000	172,000
	3	139,183	4,088	119,000	145,000
	4	141,812	6,012	129,000	154,000
	5	233,563	2,800	223,000	235,000
	6	146,106	4,745	132,000	153,000
7	1	145,785	13,132	114,000	168,000
	2	184,021	6,433	159,000	193,000
	3	156,387	4,010	137,000	162,000
	4	158,528	6,128	144,000	172,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	163,789	4,916	152,000	172,000
8	1	160,750	13,800	127,000	183,000
	2	201,070	6,582	175,000	209,000
	3	171,711	4,134	153,000	179,000
	4	174,375	7,103	158,000	189,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	180,789	5,222	166,000	189,000
9	1	177,757	14,589	141,000	201,000
	2	219,514	6,638	193,000	227,000
	3	189,169	4,248	169,000	195,000
	4	191,632	7,307	175,000	205,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	198,444	5,046	184,000	206,000
10	1	196,549	14,422	159,000	219,000
	2	233,507	4,057	212,000	235,000
	3	206,768	4,189	186,000	212,000
	4	208,993	7,164	193,000	225,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	216,676	4,917	203,000	225,000

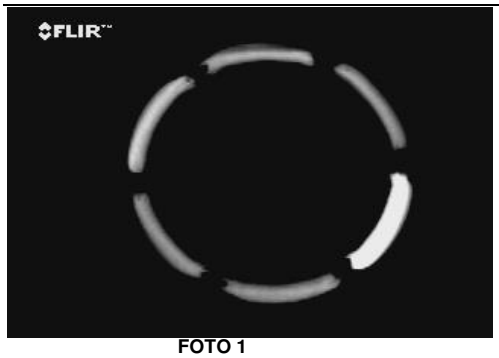


FOTO 1

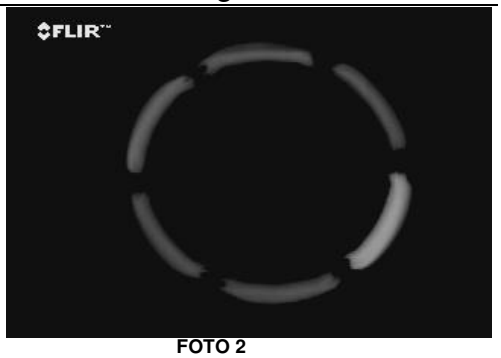


FOTO 2

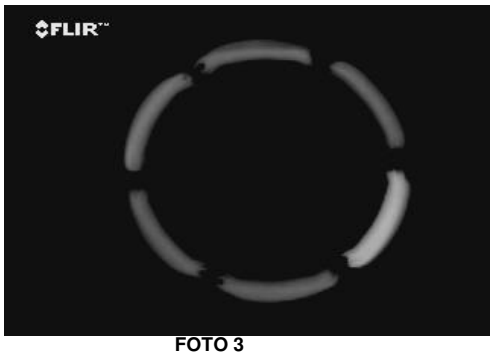


FOTO 3

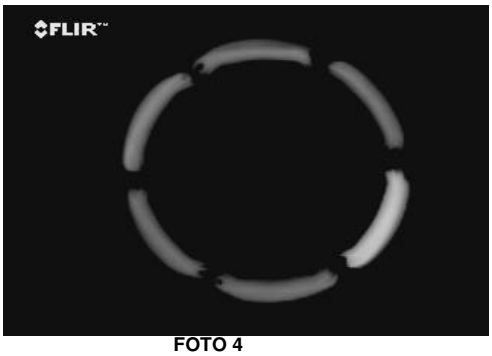


FOTO 4

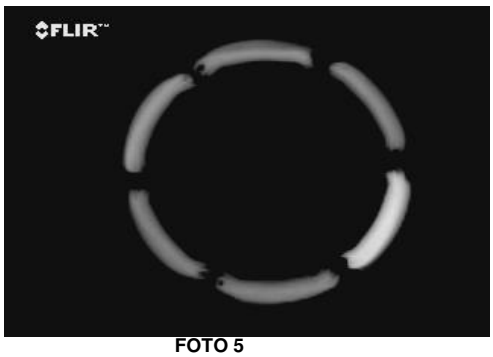


FOTO 5

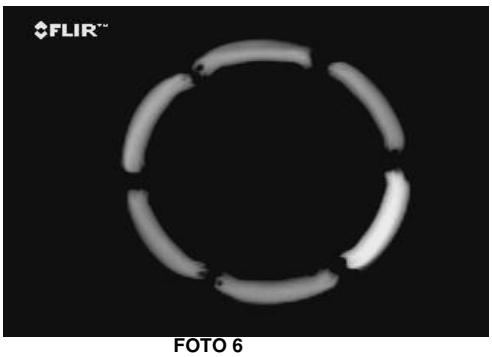


FOTO 6

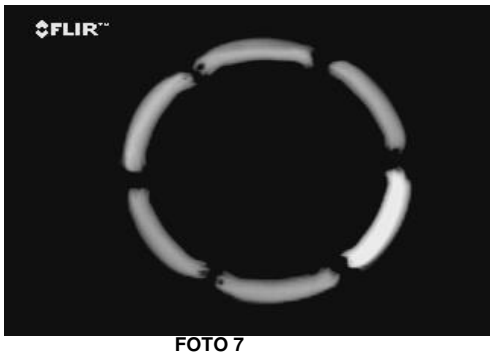


FOTO 7

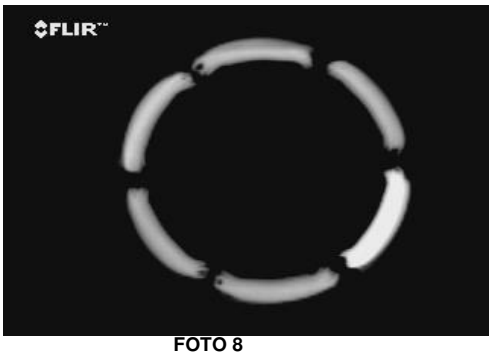


FOTO 8

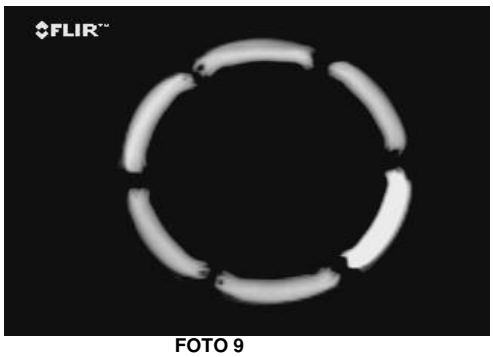


FOTO 9

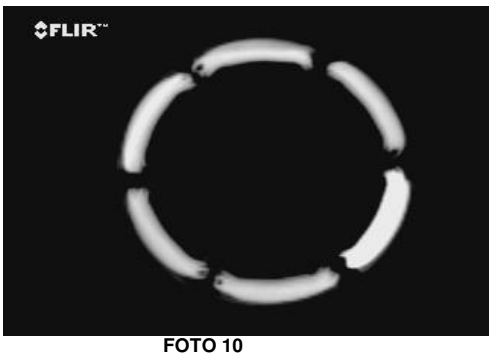


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	16,000	0,000	16,000	16,000
	2	99,190	43,769	16,000	156,000
	3	41,014	18,229	16,000	72,000
	4	56,875	19,446	16,000	99,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	42,803	19,716	16,000	74,000
2	1	18,493	4,673	16,000	32,000
	2	58,866	15,181	16,000	78,000
	3	38,310	7,975	16,000	49,000
	4	42,493	6,106	29,000	55,000
	5	149,324	4,350	136,000	157,000
	6	39,331	8,050	18,000	51,000
3	1	25,812	9,847	16,000	45,000
	2	73,676	15,776	25,000	95,000
	3	51,486	8,760	16,000	63,000
	4	55,764	6,822	42,000	70,000
	5	166,958	4,429	153,000	175,000
	6	53,444	8,032	33,000	65,000
4	1	40,576	13,342	16,000	63,000
	2	91,873	15,869	41,000	112,000
	3	68,986	9,039	31,000	81,000
	4	73,299	7,524	57,000	89,000
	5	189,697	4,521	176,000	198,000
	6	71,972	8,449	50,000	84,000
5	1	54,181	14,845	16,000	79,000
	2	105,606	15,680	55,000	125,000
	3	83,120	9,404	42,000	96,000
	4	87,486	7,780	71,000	106,000
	5	207,887	4,472	194,000	218,000
	6	86,958	8,629	65,000	99,000
6	1	70,771	15,501	20,000	95,000
	2	123,782	16,474	71,000	145,000
	3	99,148	9,202	56,000	112,000
	4	103,812	7,720	87,000	121,000
	5	229,789	4,729	217,000	235,000
	6	104,042	8,182	83,000	117,000
7	1	85,028	15,818	34,000	110,000
	2	140,254	16,969	84,000	161,000
	3	114,014	9,622	71,000	127,000
	4	118,215	8,044	100,000	135,000
	5	234,979	0,144	234,000	235,000
	6	119,035	8,321	97,000	131,000
8	1	104,229	16,382	51,000	130,000
	2	160,148	17,202	103,000	181,000
	3	131,923	9,987	90,000	146,000
	4	137,299	8,694	118,000	154,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	139,592	8,629	118,000	151,000
9	1	119,528	17,245	63,000	146,000
	2	176,070	17,548	118,000	198,000
	3	149,014	9,755	103,000	160,000
	4	153,778	8,450	134,000	171,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	155,676	8,182	133,000	168,000
10	1	136,167	17,807	78,000	164,000
	2	196,190	18,296	136,000	219,000
	3	166,599	10,211	120,000	179,000
	4	171,458	9,156	152,000	190,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	173,190	8,822	152,000	186,000

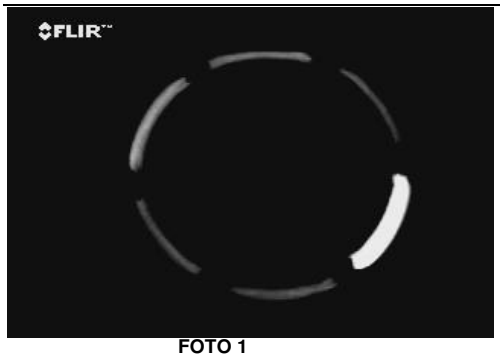


FOTO 1

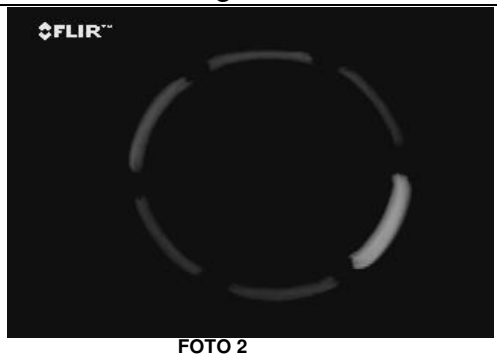


FOTO 2

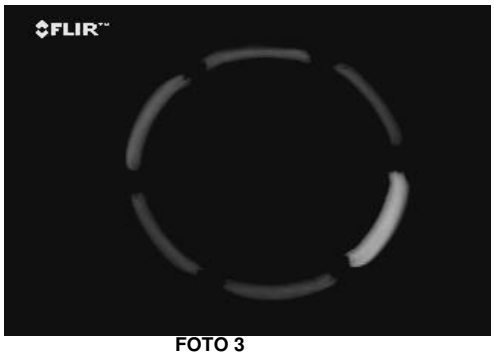


FOTO 3

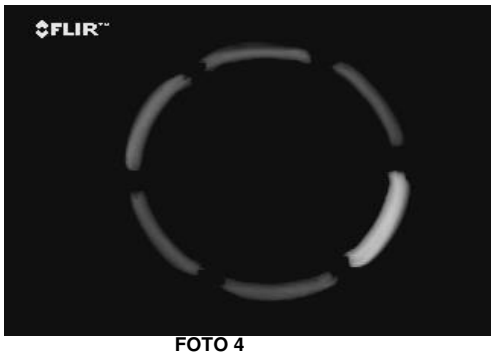


FOTO 4

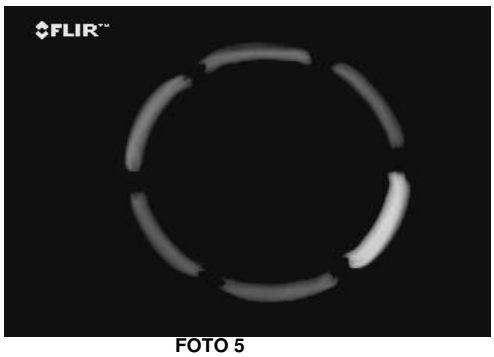


FOTO 5

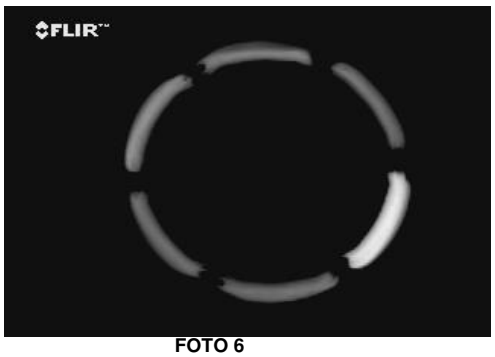


FOTO 6

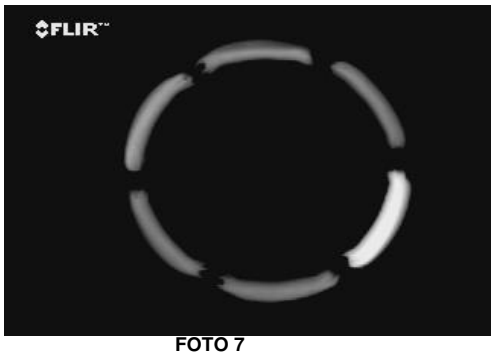


FOTO 7

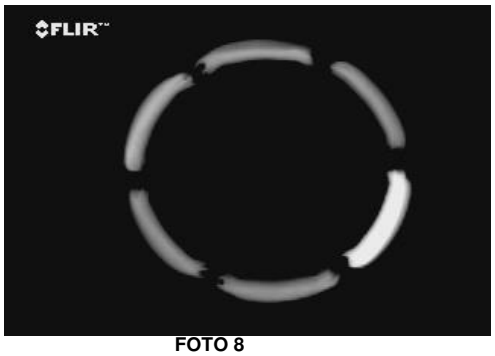


FOTO 8

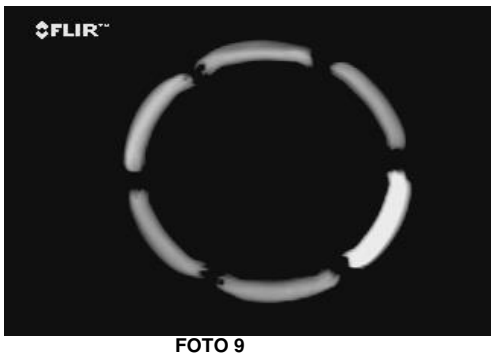


FOTO 9

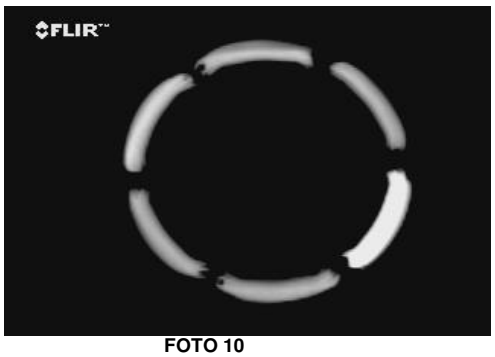


FOTO 10

Fallo en posición 6 (sentido antihorario)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	17,632	0,537	17,000	19,000
	2	18,239	0,516	17,000	19,000
	3	17,317	0,495	16,000	18,000
	4	17,181	0,509	16,000	19,000
	5	16,507	0,500	16,000	17,000
	6	16,366	0,482	16,000	17,000
2	1	65,250	2,780	59,000	71,000
	2	67,106	2,235	62,000	73,000
	3	60,113	1,773	55,000	67,000
	4	58,674	2,321	54,000	67,000
	5	57,831	1,780	54,000	63,000
	6	63,092	1,857	59,000	67,000
3	1	91,917	2,097	86,000	98,000
	2	93,683	2,639	87,000	99,000
	3	84,394	2,069	79,000	90,000
	4	84,076	2,500	78,000	90,000
	5	84,261	1,743	80,000	90,000
	6	95,099	2,043	90,000	99,000
4	1	120,792	2,584	115,000	128,000
	2	121,824	2,694	114,000	129,000
	3	109,458	2,440	104,000	115,000
	4	110,917	2,790	105,000	118,000
	5	111,070	2,279	105,000	117,000
	6	130,254	2,121	124,000	135,000
5	1	148,875	2,918	141,000	154,000
	2	150,155	3,118	144,000	158,000
	3	136,782	3,317	129,000	146,000
	4	138,111	3,757	130,000	147,000
	5	139,007	2,269	133,000	145,000
	6	161,887	2,258	156,000	167,000
6	1	181,396	4,330	172,000	190,000
	2	181,458	3,892	173,000	192,000
	3	164,599	3,507	158,000	175,000
	4	167,701	4,607	158,000	177,000
	5	169,887	2,059	165,000	175,000
	6	200,570	2,996	194,000	209,000
7	1	206,889	3,688	199,000	214,000
	2	207,965	4,347	200,000	220,000
	3	188,324	4,038	179,000	200,000
	4	192,174	5,175	179,000	202,000
	5	195,683	2,794	186,000	203,000
	6	231,049	3,118	223,000	235,000
8	1	234,007	1,924	227,000	235,000
	2	233,479	2,376	225,000	235,000
	3	214,408	4,341	204,000	225,000
	4	218,125	6,003	206,000	229,000
	5	223,246	3,167	214,000	230,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
9	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	234,401	1,506	227,000	235,000
	4	234,924	0,410	232,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

FOTO 1

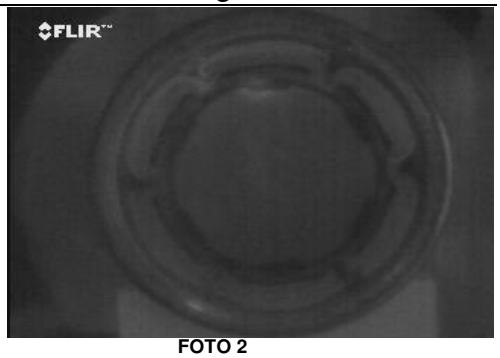


FOTO 2

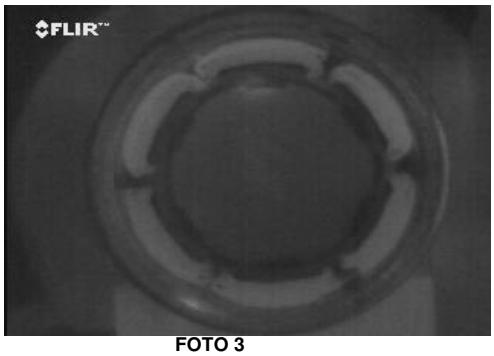


FOTO 3

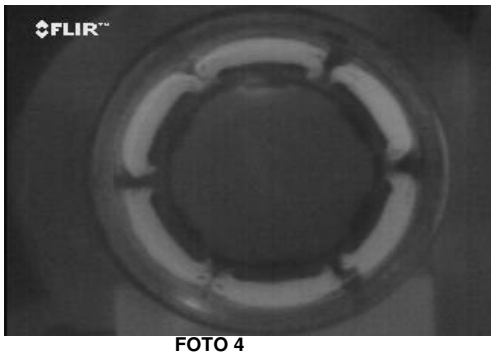


FOTO 4

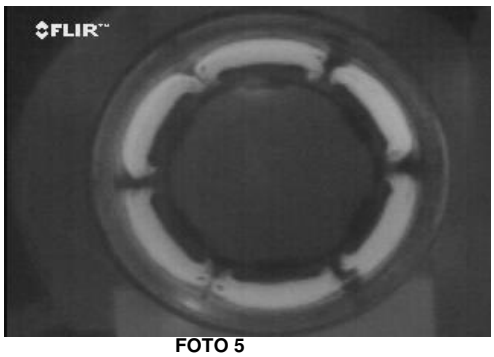


FOTO 5

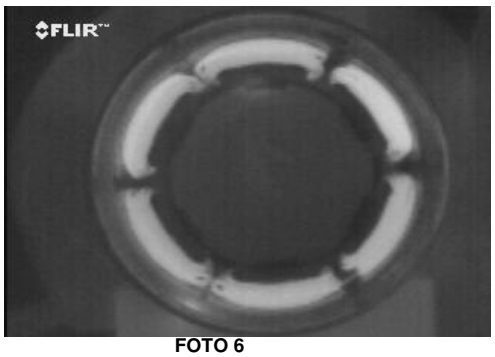


FOTO 6

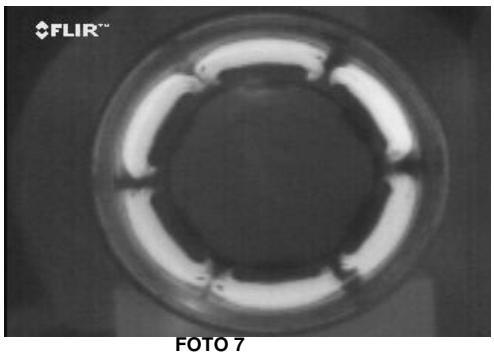


FOTO 7

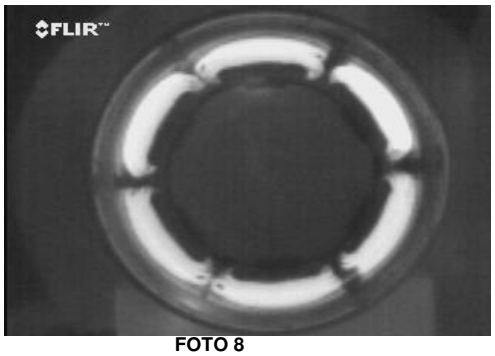


FOTO 8

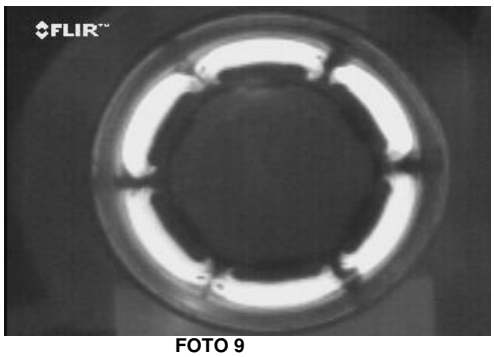


FOTO 9

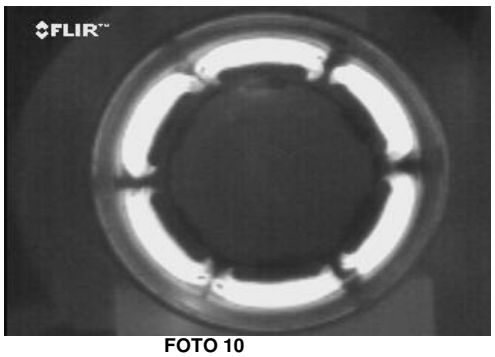


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	224,204	47,410	16,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
2	1	77,569	3,836	65,000	84,000
	2	80,218	3,169	71,000	86,000
	3	47,169	6,474	27,000	55,000
	4	60,500	2,062	56,000	65,000
	5	64,021	2,378	58,000	73,000
	6	91,352	5,921	75,000	100,000
3	1	100,215	3,799	87,000	106,000
	2	103,085	3,227	93,000	109,000
	3	68,211	6,712	49,000	77,000
	4	82,861	2,468	77,000	89,000
	5	86,183	2,266	79,000	91,000
	6	117,063	5,875	102,000	128,000
4	1	125,451	4,717	111,000	133,000
	2	127,732	3,844	119,000	135,000
	3	91,324	7,041	70,000	101,000
	4	106,618	2,418	100,000	111,000
	5	110,570	2,293	105,000	117,000
	6	145,458	5,778	128,000	154,000
5	1	147,535	4,859	133,000	154,000
	2	149,528	3,709	141,000	155,000
	3	110,352	6,848	90,000	120,000
	4	127,292	2,713	120,000	133,000
	5	132,070	2,637	126,000	138,000
	6	169,972	5,803	154,000	178,000
6	1	169,514	5,106	154,000	176,000
	2	171,803	3,965	162,000	179,000
	3	130,070	6,971	108,000	140,000
	4	148,708	2,651	141,000	154,000
	5	153,570	2,390	149,000	161,000
	6	196,683	6,127	180,000	208,000
7	1	192,465	5,287	175,000	201,000
	2	195,282	4,591	183,000	203,000
	3	151,162	6,973	128,000	162,000
	4	169,917	3,200	163,000	179,000
	5	175,514	3,039	169,000	183,000
	6	222,817	6,022	206,000	232,000
8	1	218,271	5,238	201,000	226,000
	2	221,880	4,995	210,000	232,000
	3	174,239	7,712	150,000	185,000
	4	195,014	3,412	187,000	203,000
	5	200,577	2,930	194,000	209,000
	6	234,986	0,118	234,000	235,000
9	1	234,187	2,264	221,000	235,000
	2	234,845	0,585	230,000	235,000
	3	192,993	7,819	168,000	203,000
	4	214,681	3,303	207,000	224,000
	5	220,768	2,938	214,000	229,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	216,641	7,970	191,000	227,000
	4	234,944	0,329	232,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

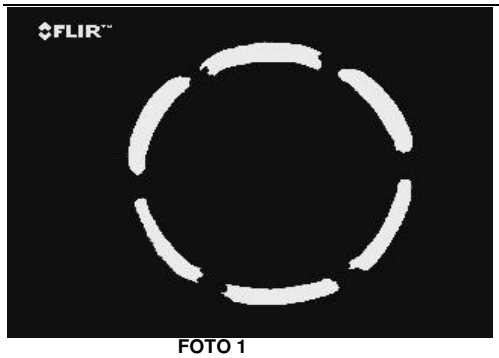


FOTO 1

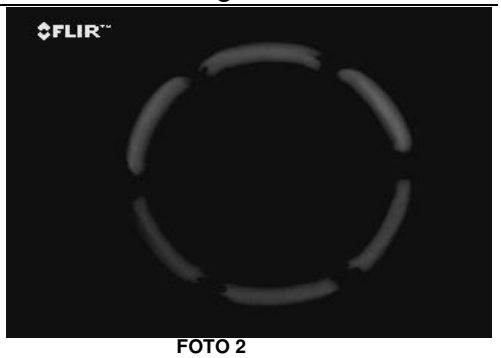


FOTO 2

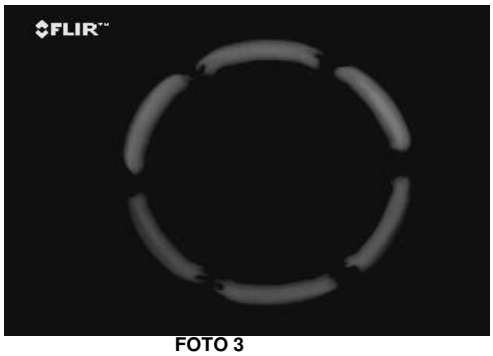


FOTO 3

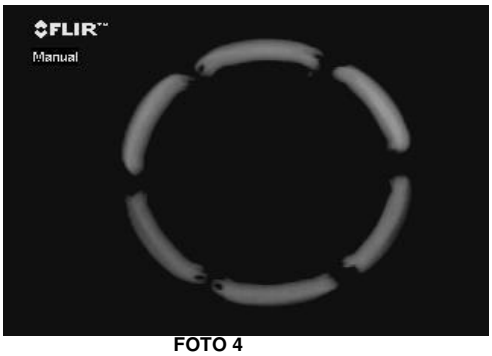


FOTO 4

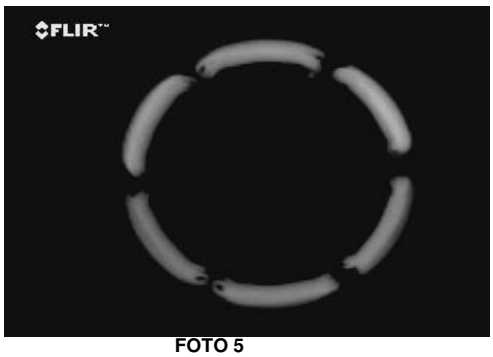


FOTO 5

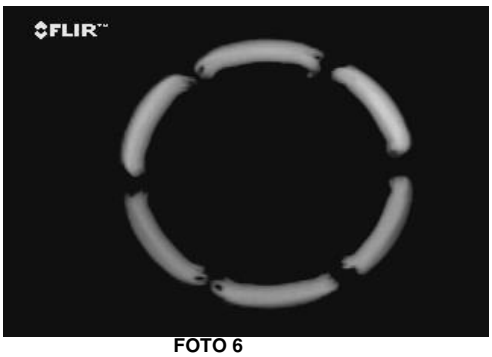


FOTO 6

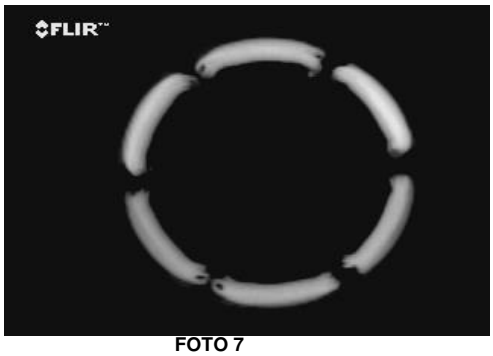


FOTO 7

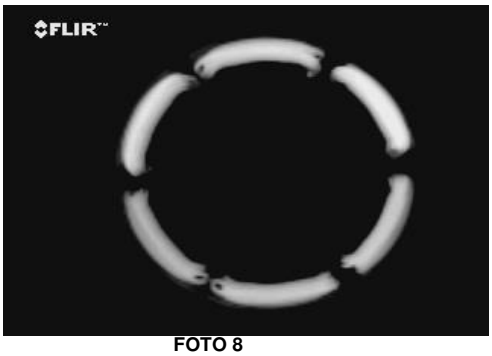


FOTO 8

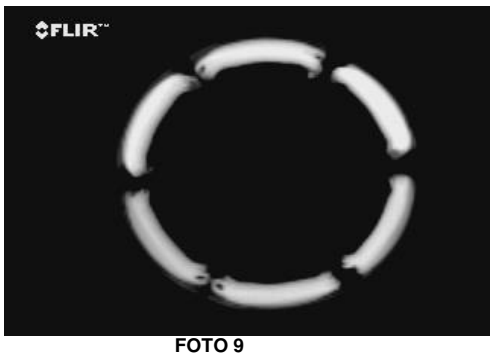


FOTO 9

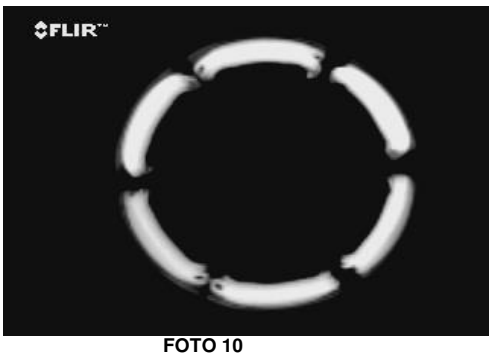


FOTO 10

-Prueba 3-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	194,368	11,331	163,000	213,000
	2	191,486	6,204	173,000	203,000
	3	149,951	10,371	118,000	164,000
	4	169,674	2,736	163,000	176,000
	5	176,493	3,634	163,000	183,000
	6	187,183	13,713	153,000	205,000
2	1	161,549	16,385	117,000	187,000
	2	155,986	8,112	137,000	172,000
	3	95,387	15,175	45,000	113,000
	4	124,972	3,685	117,000	133,000
	5	134,965	5,452	116,000	147,000
	6	155,394	19,730	105,000	184,000
3	1	162,187	8,803	138,000	177,000
	2	159,021	4,888	148,000	169,000
	3	124,979	8,210	99,000	135,000
	4	141,826	2,470	136,000	147,000
	5	147,993	2,599	139,000	154,000
	6	160,394	10,460	134,000	176,000
4	1	180,319	9,129	156,000	195,000
	2	176,887	5,345	164,000	187,000
	3	141,662	8,277	116,000	151,000
	4	157,590	2,434	152,000	163,000
	5	164,394	2,851	154,000	171,000
	6	181,070	10,827	155,000	195,000
5	1	198,958	9,567	173,000	213,000
	2	194,880	5,629	182,000	206,000
	3	157,380	8,086	130,000	168,000
	4	175,514	2,716	168,000	182,000
	5	182,338	2,907	172,000	188,000
	6	200,894	10,439	174,000	214,000
6	1	216,167	9,647	189,000	231,000
	2	211,063	5,907	197,000	223,000
	3	171,951	8,431	144,000	183,000
	4	190,979	2,510	185,000	197,000
	5	198,676	2,810	189,000	205,000
	6	219,880	10,472	192,000	235,000
7	1	230,215	6,767	205,000	235,000
	2	228,521	5,838	215,000	235,000
	3	187,972	8,444	160,000	198,000
	4	208,333	2,438	202,000	213,000
	5	215,373	2,647	206,000	221,000
	6	231,951	5,893	212,000	235,000
8	1	234,750	1,387	223,000	235,000
	2	234,965	0,249	233,000	235,000
	3	204,972	8,348	176,000	215,000
	4	226,160	3,124	218,000	232,000
	5	232,923	2,540	223,000	235,000
	6	234,965	0,219	233,000	235,000
9	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	223,190	8,744	193,000	234,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	232,796	4,907	210,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

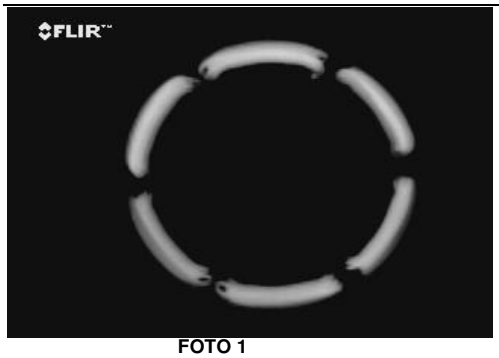


FOTO 1

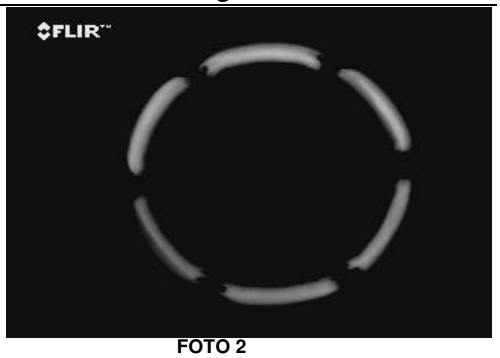


FOTO 2

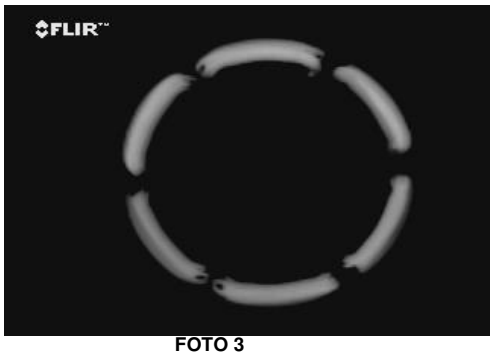


FOTO 3

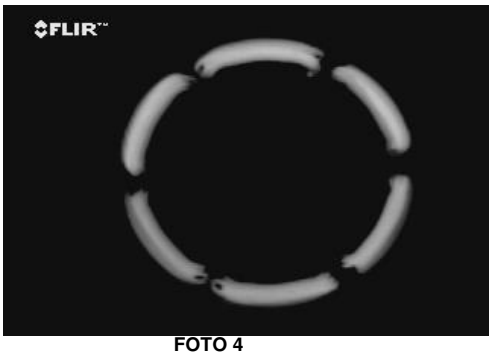


FOTO 4

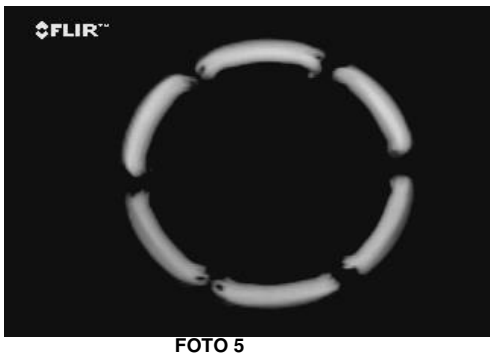


FOTO 5

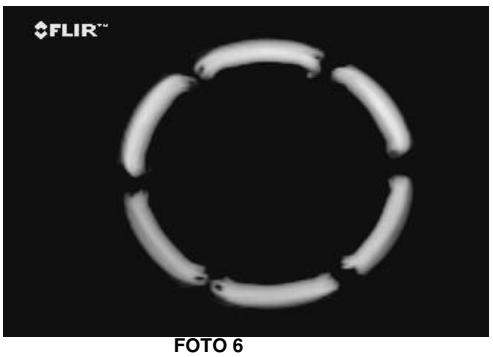


FOTO 6

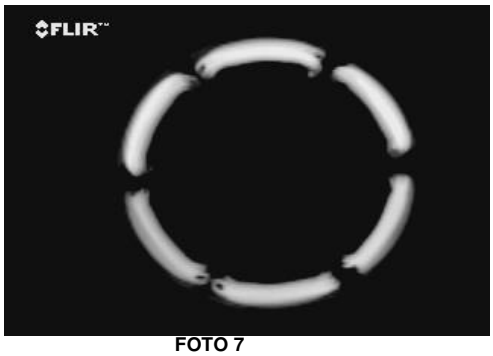


FOTO 7

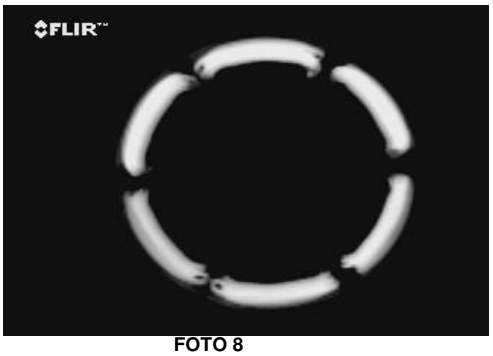


FOTO 8

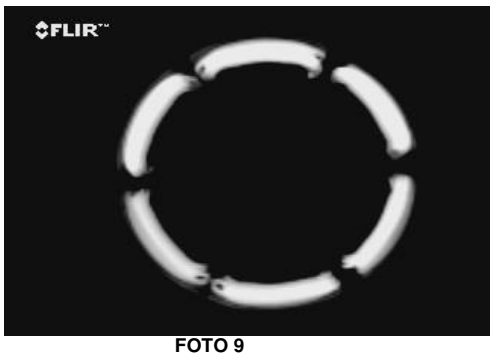


FOTO 9

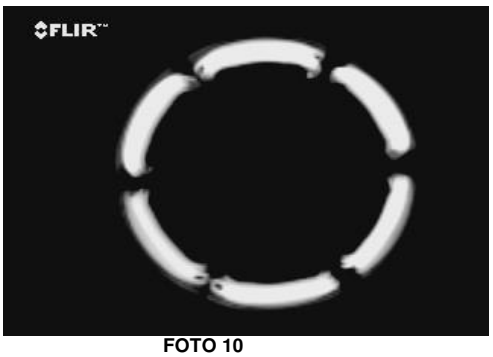


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	232,403	7,870	184,000	235,000
	2	234,648	2,436	214,000	235,000
	3	139,239	41,612	34,000	196,000
	4	209,792	6,466	197,000	227,000
	5	217,169	15,796	156,000	235,000
	6	230,014	9,179	193,000	235,000
2	1	133,049	14,277	97,000	155,000
	2	127,190	4,213	110,000	134,000
	3	78,254	16,827	37,000	101,000
	4	106,125	2,857	100,000	113,000
	5	109,479	6,277	86,000	118,000
	6	118,894	5,443	101,000	129,000
3	1	147,229	14,035	111,000	169,000
	2	141,451	4,435	122,000	150,000
	3	90,585	16,580	48,000	112,000
	4	119,354	2,618	115,000	126,000
	5	123,394	6,395	99,000	132,000
	6	135,035	5,369	116,000	144,000
4	1	166,208	14,149	129,000	188,000
	2	160,239	4,140	142,000	169,000
	3	107,887	16,514	65,000	131,000
	4	137,687	2,871	131,000	145,000
	5	142,134	6,346	118,000	151,000
	6	155,620	5,198	136,000	163,000
5	1	181,750	14,709	146,000	206,000
	2	176,437	4,427	158,000	184,000
	3	122,437	16,833	79,000	146,000
	4	152,618	2,831	146,000	159,000
	5	156,789	6,248	133,000	166,000
	6	173,056	5,385	155,000	182,000
6	1	200,174	14,836	161,000	224,000
	2	194,275	4,803	173,000	204,000
	3	137,549	16,894	94,000	159,000
	4	168,722	2,945	162,000	175,000
	5	173,296	6,510	149,000	184,000
	6	193,423	5,397	175,000	201,000
7	1	217,340	13,965	179,000	235,000
	2	212,007	4,669	193,000	221,000
	3	154,620	16,689	111,000	177,000
	4	187,097	3,359	180,000	194,000
	5	191,901	6,820	167,000	202,000
	6	213,049	4,998	194,000	221,000
8	1	229,569	8,380	197,000	235,000
	2	230,514	4,762	210,000	235,000
	3	170,754	17,349	127,000	194,000
	4	204,847	2,966	198,000	210,000
	5	209,577	6,707	183,000	219,000
	6	232,444	4,371	213,000	235,000
9	1	234,201	2,907	215,000	235,000
	2	234,923	0,651	229,000	235,000
	3	186,944	17,777	140,000	209,000
	4	222,111	3,420	214,000	229,000
	5	227,120	7,297	201,000	235,000
	6	234,979	0,186	233,000	235,000
10	1	234,937	0,556	229,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	201,275	17,730	154,000	225,000
	4	234,215	1,672	227,000	235,000
	5	233,986	3,336	215,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

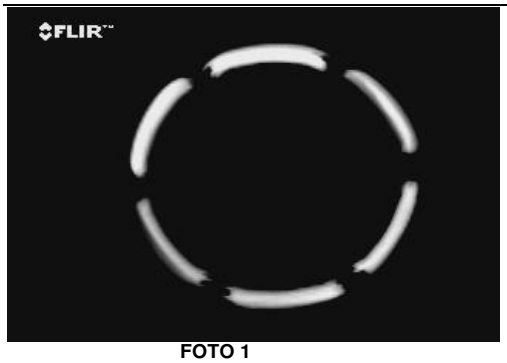


FOTO 1

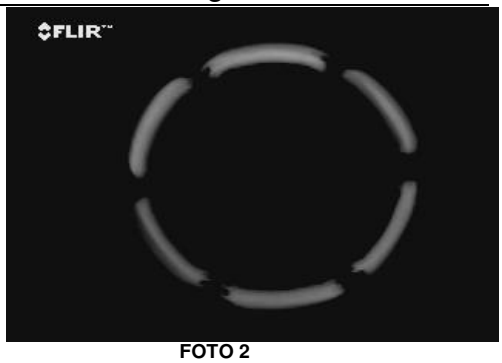


FOTO 2

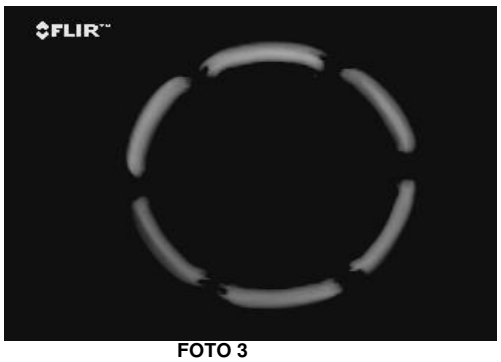


FOTO 3

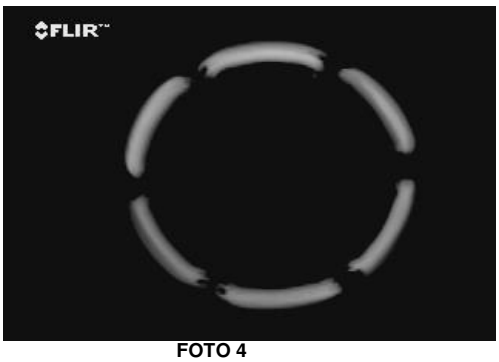


FOTO 4

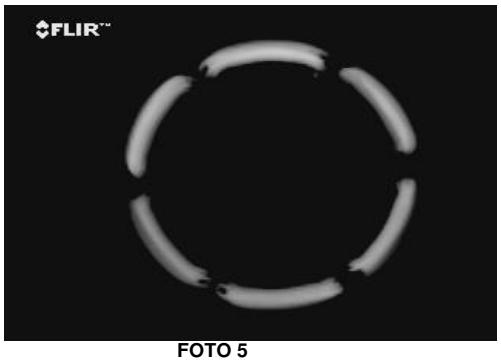


FOTO 5

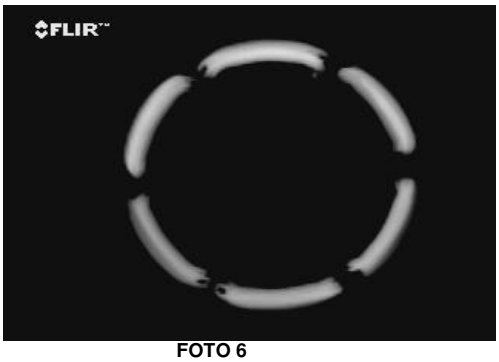


FOTO 6

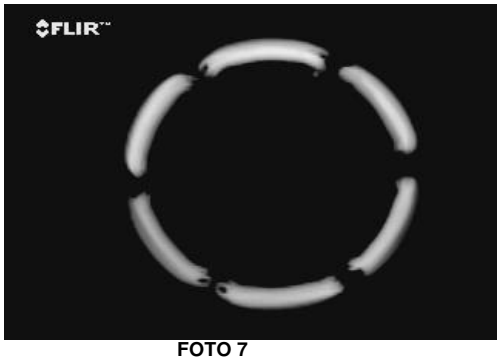


FOTO 7

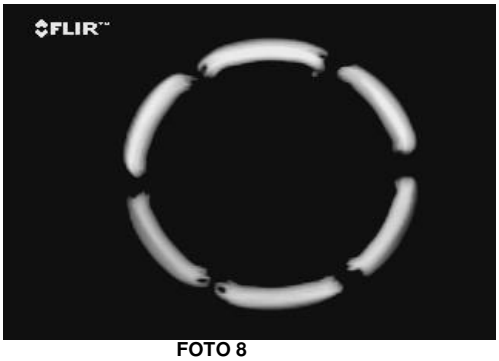


FOTO 8

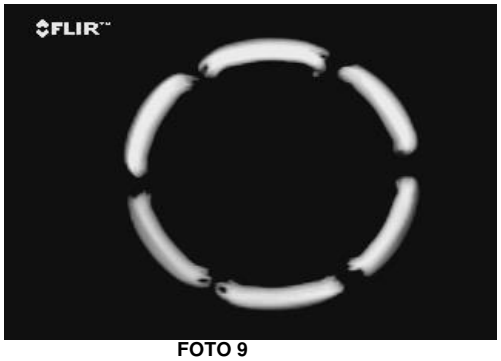


FOTO 9

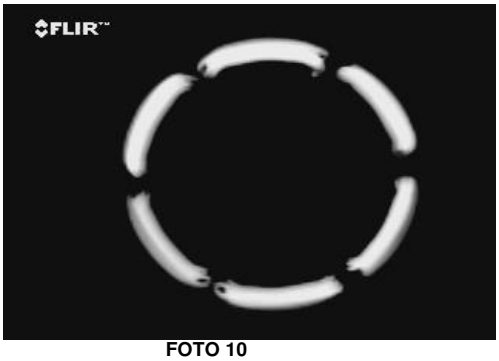


FOTO 10

Lo resultados de este ensayo son satisfactorios en cuanto a la detección del fallo, tanto en carcasas a temperatura ambiente como en carcasas calientes. Con 500A el cobre de las bobinas se calienta más que el hierro de la carcasa exterior, incluso cuando la carcasa está recién salida del horno. Sin embargo, se observa que la repetitividad del sistema no es buena, ya que en la segunda prueba no se detectan los fallos correctamente. Esto es debido a que a en las bobinas situadas más cerca de la trencilla pasa más intensidad que en las más alejadas, calentándose más rápido. En una primera prueba ésta influencia no es suficiente para afectar a la decisión buena/mala, pero en las sucesivas es determinante.

CARCASA NO AISLADA	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4
BUENA	OK	OK	OK	Fallo 4,5,6
FALLO EN POSICION 1(ARRIBA)	Fallo 1	Fallo 1	Fallo 1,2	Fallo 1,2
FALLO EN POSICION 2(ANTIHORARIO)	Fallo 2	Fallo 2	Fallo 2, 6	Fallo 2, 6
FALLO EN POSICION 3(ANTIHORARIO)	Fallo 3	Fallo 3	Fallo 3, 5	Fallo 3, 5
FALLO EN POSICION 4(ANTIHORARIO)	Fallo 4	Fallo 4	Fallo 4	Fallo 3, 4, 5
FALLO EN POSICION 5(ANTIHORARIO)	Fallo 5	Fallo 5, 2	Fallo 5, 2	Fallo 5, 2
FALLO EN POSICION 6(ANTIHORARIO)	Fallo 6	Fallo 6, 2	Fallo 6, 2	Fallo 6, 2

CARCASA AISLADA	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4
BUENA	OK	OK	OK	OK
FALLO EN POSICION 1(ARRIBA)	Fallo 1	Fallo 1	Fallo 1,5	Fallo 1,5
FALLO EN POSICION 2(ANTIHORARIO)	Fallo 2	Fallo 2	Fallo 2, 5	Fallo 2, 5
FALLO EN POSICION 3(ANTIHORARIO)	Fallo 3	Fallo 3	Fallo 3	Fallo 3
FALLO EN POSICION 4(ANTIHORARIO)	Fallo 4	Fallo 4	Fallo 4	Fallo 4, 5
FALLO EN POSICION 5(ANTIHORARIO)	Fallo 5	Fallo 5	Fallo 5	Fallo 5
FALLO EN POSICION 6(ANTIHORARIO)	Fallo 6	Fallo 5, 6	Fallo 4, 5, 6	Fallo 4, 5, 6

Para intentar minimizar este efecto, dado por el propio diseño de la carcasa, se repite el ensayo rebajando de 500A a 470A. Además, se introduce un factor de corrección para las bobinas más alejadas de la trencilla, de forma que se compensa el menor calentamiento mediante software. Por último, en acuerdo con el cliente, sólo se exigirá que el sistema sea capaz de repetir el fallo dos veces.

7.3.3.- Ensayo 3: Carcasa no aislada, una vuelta menos, 470A durante 5 segundos. Umbral:20; Tiempo análisis:6; Nº comparaciones No Ok:3

Se han realizado 2 pruebas a cada patrón con un intervalo de 5 segundos entre cada prueba.

Carcasa Buena

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	26,194	0,775	24,000	28,000
	2	26,275	0,881	24,000	28,000
	3	27,477	0,787	24,000	28,000
	4	27,898	0,969	24,000	29,000
	5	26,345	0,814	24,000	28,000
	6	26,148	0,956	24,000	28,000
2	1	64,375	1,576	60,000	68,000
	2	63,451	1,856	60,000	68,000
	3	64,146	1,865	56,000	65,000
	4	65,669	2,075	57,000	68,000
	5	61,592	1,712	58,000	66,000
	6	62,373	1,967	58,000	70,000
3	1	90,493	2,354	85,000	97,000
	2	87,324	1,746	82,000	94,000
	3	88,230	1,943	76,000	88,000
	4	89,753	1,822	81,000	89,000
	5	85,500	1,909	81,000	91,000
	6	86,303	1,674	81,000	91,000
4	1	117,361	2,365	111,000	123,000
	2	113,690	1,911	109,000	119,000
	3	115,101	2,152	104,000	114,000
	4	116,266	2,148	106,000	116,000
	5	111,338	2,000	106,000	117,000
	6	111,782	2,103	106,000	117,000
5	1	146,354	2,146	141,000	152,000
	2	142,056	2,608	135,000	148,000
	3	142,867	2,134	130,000	141,000
	4	143,704	2,600	131,000	142,000
	5	138,690	2,004	133,000	144,000
	6	138,676	1,825	135,000	144,000
6	1	171,542	2,220	167,000	177,000
	2	166,211	2,528	160,000	173,000
	3	167,216	2,324	154,000	164,000
	4	167,905	3,009	154,000	166,000
	5	163,338	2,506	158,000	170,000
	6	163,655	2,371	158,000	170,000
7	1	199,111	2,757	192,000	206,000
	2	192,127	2,506	186,000	198,000
	3	193,444	2,075	178,000	189,000
	4	194,440	3,691	177,000	193,000
	5	188,972	2,622	183,000	195,000
	6	188,859	2,006	182,000	195,000
8	1	224,139	2,983	217,000	231,000
	2	216,444	2,746	210,000	222,000
	3	218,341	2,328	201,000	212,000
	4	219,260	3,975	200,000	216,000
	5	214,021	2,434	208,000	220,000
	6	213,746	2,144	208,000	218,000
9	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	245,449	2,079	224,000	235,000
	4	244,789	2,615	226,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	246,750	0,000	235,000	235,000
	4	246,750	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

-Prueba 2-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	172,896	8,633	149,000	188,000
	2	159,972	8,971	138,000	176,000
	3	176,326	3,950	156,000	177,000
	4	178,806	3,937	162,000	177,000
	5	181,641	5,686	160,000	189,000
	6	174,972	3,361	163,000	182,000
2	1	87,917	6,574	68,000	98,000
	2	74,937	7,242	58,000	88,000
	3	85,324	3,087	71,000	87,000
	4	87,901	3,222	76,000	90,000
	5	91,937	4,169	77,000	98,000
	6	86,718	2,787	77,000	92,000
3	1	108,153	6,167	89,000	118,000
	2	95,570	7,077	77,000	110,000
	3	105,274	2,536	92,000	105,000
	4	107,691	3,170	95,000	109,000
	5	112,120	4,365	98,000	118,000
	6	106,993	2,956	99,000	114,000
4	1	127,812	6,841	108,000	139,000
	2	114,225	7,272	99,000	128,000
	3	125,068	2,962	111,000	126,000
	4	128,144	3,500	115,000	129,000
	5	131,486	4,402	117,000	138,000
	6	126,401	2,946	117,000	132,000
5	1	148,812	7,056	126,000	160,000
	2	134,056	7,719	114,000	148,000
	3	145,299	3,215	129,000	144,000
	4	148,035	3,900	131,000	149,000
	5	151,155	4,451	136,000	158,000
	6	145,965	3,052	137,000	151,000
6	1	169,278	7,708	147,000	183,000
	2	154,761	7,892	134,000	168,000
	3	165,294	3,244	148,000	164,000
	4	168,911	4,115	152,000	169,000
	5	171,768	5,002	156,000	180,000
	6	166,268	3,063	158,000	173,000
7	1	193,549	8,597	169,000	209,000
	2	177,873	8,836	155,000	193,000
	3	188,164	3,573	168,000	186,000
	4	191,683	4,588	172,000	190,000
	5	195,817	4,872	180,000	202,000
	6	189,549	3,366	181,000	197,000
8	1	210,868	8,082	187,000	225,000
	2	195,669	9,340	171,000	210,000
	3	207,264	3,762	185,000	207,000
	4	211,196	4,716	191,000	209,000
	5	213,246	5,123	196,000	220,000
	6	207,979	2,973	199,000	215,000
9	1	231,417	5,970	209,000	235,000
	2	218,261	9,332	193,000	233,000
	3	230,120	3,900	207,000	227,000
	4	234,092	5,043	212,000	231,000
	5	233,690	3,063	218,000	235,000
	6	231,092	3,178	222,000	235,000
10	1	234,771	1,316	225,000	235,000
	2	230,831	6,065	208,000	235,000
	3	245,500	2,438	224,000	235,000
	4	246,240	1,230	230,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

Fallo en posición 1 (arriba)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	16,000	0,000	16,000	16,000
	2	16,000	0,000	16,000	16,000
	3	16,800	0,000	16,000	16,000
	4	16,800	0,000	16,000	16,000
	5	16,000	0,000	16,000	16,000
	6	16,000	0,000	16,000	16,000
2	1	16,000	0,000	16,000	16,000
	2	16,000	0,000	16,000	16,000
	3	16,800	0,000	16,000	16,000
	4	16,800	0,000	16,000	16,000
	5	16,000	0,000	16,000	16,000
	6	16,000	0,000	16,000	16,000
3	1	22,410	2,425	16,000	28,000
	2	16,577	1,057	16,000	22,000
	3	17,244	0,850	16,000	20,000
	4	19,024	1,521	16,000	22,000
	5	18,211	1,803	16,000	24,000
	6	16,958	1,331	16,000	22,000
4	1	49,090	2,031	44,000	54,000
	2	37,852	2,438	31,000	44,000
	3	39,109	2,049	33,000	44,000
	4	42,853	1,744	36,000	45,000
	5	41,028	1,899	36,000	46,000
	6	39,415	2,170	34,000	44,000
5	1	80,396	2,959	73,000	87,000
	2	62,803	2,284	57,000	69,000
	3	65,233	2,172	57,000	67,000
	4	68,206	1,996	59,000	70,000
	5	65,965	1,933	61,000	72,000
	6	65,063	1,922	59,000	73,000
6	1	105,056	2,474	99,000	110,000
	2	86,197	2,444	80,000	91,000
	3	89,538	1,914	81,000	91,000
	4	93,195	2,387	83,000	95,000
	5	90,092	2,355	82,000	95,000
	6	87,873	1,906	84,000	93,000
7	1	134,035	2,599	125,000	140,000
	2	108,634	2,547	103,000	116,000
	3	110,642	1,814	102,000	110,000
	4	115,208	2,174	105,000	116,000
	5	111,310	1,922	106,000	117,000
	6	110,754	2,025	105,000	117,000
8	1	159,681	2,647	150,000	165,000
	2	130,944	2,254	124,000	137,000
	3	133,927	1,802	120,000	132,000
	4	138,206	2,037	126,000	137,000
	5	134,845	2,327	130,000	141,000
	6	134,063	2,073	128,000	139,000
9	1	191,979	3,115	180,000	198,000
	2	157,570	2,206	152,000	163,000
	3	160,783	1,946	146,000	158,000
	4	165,127	2,555	150,000	163,000
	5	160,761	2,412	154,000	167,000
	6	161,662	2,273	155,000	166,000
10	1	222,389	3,619	209,000	229,000
	2	183,880	2,702	177,000	189,000
	3	186,087	2,407	167,000	182,000
	4	192,580	2,575	177,000	190,000
	5	187,190	2,417	181,000	194,000
	6	187,859	2,508	181,000	194,000

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	152,625	35,412	57,000	204,000
	2	97,063	14,883	49,000	126,000
	3	29,725	16,055	16,000	71,000
	4	81,820	8,536	53,000	94,000
	5	94,690	13,625	53,000	120,000
	6	65,782	19,147	16,000	98,000
2	1	72,410	10,432	46,000	88,000
	2	53,458	4,456	41,000	63,000
	3	32,905	7,135	16,000	44,000
	4	50,385	2,236	43,000	53,000
	5	53,697	4,147	43,000	61,000
	6	46,056	5,412	28,000	54,000
3	1	98,250	10,784	72,000	115,000
	2	75,965	4,988	60,000	85,000
	3	54,814	7,868	26,000	68,000
	4	72,873	2,445	62,000	76,000
	5	76,458	4,468	64,000	85,000
	6	67,768	5,976	48,000	77,000
4	1	119,118	11,701	88,000	137,000
	2	93,796	4,958	76,000	102,000
	3	71,437	7,926	43,000	83,000
	4	91,051	2,637	79,000	92,000
	5	93,923	4,261	83,000	102,000
	6	85,662	6,040	66,000	95,000
5	1	142,944	11,720	111,000	159,000
	2	113,613	5,218	95,000	123,000
	3	91,890	8,744	57,000	101,000
	4	111,125	2,585	100,000	112,000
	5	113,521	4,259	101,000	122,000
	6	105,570	6,174	84,000	116,000
6	1	165,660	12,552	134,000	184,000
	2	132,958	5,711	113,000	144,000
	3	110,605	8,967	74,000	121,000
	4	131,702	2,671	118,000	130,000
	5	133,620	4,320	122,000	141,000
	6	125,380	6,896	104,000	136,000
7	1	189,014	13,505	153,000	209,000
	2	152,352	5,345	133,000	161,000
	3	129,912	9,490	90,000	141,000
	4	152,031	2,541	138,000	149,000
	5	153,099	4,465	141,000	162,000
	6	144,521	7,188	120,000	154,000
8	1	209,611	13,397	174,000	230,000
	2	170,528	5,838	149,000	180,000
	3	147,569	9,746	106,000	156,000
	4	169,298	2,937	153,000	167,000
	5	171,155	4,291	159,000	181,000
	6	162,408	7,580	138,000	173,000
9	1	227,896	9,704	196,000	235,000
	2	191,063	6,763	168,000	201,000
	3	166,802	10,183	121,000	176,000
	4	191,078	3,187	173,000	188,000
	5	191,303	5,116	178,000	200,000
	6	182,127	7,742	156,000	193,000
10	1	234,042	3,444	213,000	235,000
	2	209,704	6,428	187,000	221,000
	3	185,258	11,454	135,000	196,000
	4	210,627	3,324	193,000	207,000
	5	211,077	4,461	198,000	220,000
	6	202,528	8,208	176,000	214,000

Fallo en posición 2 (sentido antihorario)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	30,187	1,020	28,000	33,000
	2	29,472	0,947	28,000	32,000
	3	31,012	0,802	28,000	32,000
	4	31,894	0,807	29,000	33,000
	5	29,408	0,806	28,000	31,000
	6	29,183	0,909	28,000	32,000
2	1	73,236	2,630	67,000	79,000
	2	79,113	1,877	74,000	84,000
	3	74,883	1,836	65,000	74,000
	4	76,949	1,999	69,000	79,000
	5	72,155	1,488	68,000	76,000
	6	71,845	1,797	68,000	80,000
3	1	99,319	1,702	93,000	105,000
	2	110,662	1,505	106,000	115,000
	3	100,238	2,494	88,000	101,000
	4	102,251	1,889	94,000	103,000
	5	98,303	1,506	94,000	103,000
	6	98,437	1,730	94,000	105,000
4	1	122,528	2,418	115,000	128,000
	2	141,789	1,481	138,000	145,000
	3	123,087	2,864	109,000	123,000
	4	125,781	2,121	114,000	124,000
	5	121,472	1,714	116,000	127,000
	6	121,838	1,995	116,000	126,000
5	1	148,924	2,375	144,000	154,000
	2	172,986	1,842	168,000	179,000
	3	148,205	2,870	133,000	148,000
	4	151,433	2,562	139,000	152,000
	5	146,359	1,778	143,000	150,000
	6	146,775	1,926	141,000	151,000
6	1	172,576	2,123	167,000	179,000
	2	204,500	2,125	198,000	210,000
	3	171,779	3,462	157,000	172,000
	4	175,583	2,732	160,000	172,000
	5	170,183	1,897	165,000	174,000
	6	172,211	2,038	167,000	179,000
7	1	200,479	2,401	196,000	207,000
	2	234,782	0,640	231,000	235,000
	3	198,583	4,279	179,000	198,000
	4	203,211	3,014	185,000	201,000
	5	196,803	2,280	191,000	202,000
	6	198,655	2,018	193,000	203,000
8	1	222,875	2,389	218,000	228,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	220,537	3,892	202,000	218,000
	4	225,670	3,162	207,000	221,000
	5	218,176	2,167	212,000	223,000
	6	220,683	2,047	217,000	228,000
9	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	245,486	1,901	228,000	235,000
	4	246,750	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	246,750	0,000	235,000	235,000
	4	246,750	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

-Prueba 2-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	246,750	0,000	235,000	235,000
	4	246,750	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
2	1	69,153	4,569	54,000	76,000
	2	90,634	6,579	73,000	101,000
	3	61,063	2,039	51,000	62,000
	4	61,826	1,738	53,000	63,000
	5	62,197	4,006	48,000	69,000
	6	67,866	4,152	58,000	75,000
3	1	89,757	4,594	74,000	98,000
	2	114,500	6,657	95,000	125,000
	3	80,687	2,963	67,000	83,000
	4	82,126	1,948	73,000	82,000
	5	82,183	4,339	66,000	90,000
	6	87,894	3,900	77,000	93,000
4	1	108,194	4,331	93,000	116,000
	2	137,915	7,077	118,000	150,000
	3	99,950	2,917	88,000	101,000
	4	101,434	1,547	93,000	100,000
	5	100,683	4,425	85,000	108,000
	6	106,930	4,269	98,000	114,000
5	1	129,264	4,668	113,000	137,000
	2	164,162	6,964	144,000	175,000
	3	120,661	3,082	106,000	121,000
	4	122,500	1,818	112,000	122,000
	5	121,880	4,802	104,000	129,000
	6	127,993	4,905	116,000	136,000
6	1	148,868	4,979	133,000	156,000
	2	186,620	7,377	166,000	198,000
	3	139,310	3,266	124,000	138,000
	4	141,677	1,843	130,000	141,000
	5	140,077	5,208	120,000	146,000
	6	147,056	4,687	136,000	155,000
7	1	167,826	5,325	150,000	177,000
	2	209,768	7,679	187,000	220,000
	3	159,060	2,835	144,000	157,000
	4	161,474	1,533	150,000	158,000
	5	159,042	4,816	141,000	165,000
	6	165,993	4,748	154,000	173,000
8	1	188,993	6,059	167,000	199,000
	2	231,542	5,570	212,000	235,000
	3	179,173	3,551	161,000	177,000
	4	182,117	2,285	168,000	181,000
	5	179,556	5,418	159,000	187,000
	6	187,035	5,054	174,000	195,000
9	1	208,306	5,782	187,000	217,000
	2	234,979	0,186	233,000	235,000
	3	199,005	3,572	180,000	196,000
	4	202,468	2,265	188,000	201,000
	5	198,500	5,659	179,000	207,000
	6	206,451	4,918	193,000	214,000
10	1	227,424	5,996	206,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	218,407	3,286	199,000	215,000
	4	221,229	2,447	205,000	219,000
	5	217,218	5,488	196,000	225,000
	6	225,648	5,388	212,000	234,000

Fallo en posición 3 (sentido antihorario)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	16,042	0,232	16,000	18,000
	2	16,000	0,000	16,000	16,000
	3	16,800	0,000	16,000	16,000
	4	16,800	0,000	16,000	16,000
	5	16,000	0,000	16,000	16,000
	6	16,007	0,084	16,000	17,000
2	1	38,979	2,149	34,000	44,000
	2	34,732	1,556	32,000	39,000
	3	37,896	2,191	30,000	41,000
	4	36,597	1,772	30,000	39,000
	5	33,824	1,922	29,000	38,000
	6	34,986	1,760	31,000	39,000
3	1	60,028	2,051	54,000	65,000
	2	57,239	1,842	53,000	62,000
	3	63,185	1,705	57,000	65,000
	4	58,632	1,678	52,000	60,000
	5	54,310	1,987	50,000	59,000
	6	56,768	1,956	52,000	61,000
4	1	84,333	2,024	78,000	90,000
	2	82,359	1,855	77,000	87,000
	3	91,173	2,415	81,000	93,000
	4	82,265	1,789	74,000	82,000
	5	77,972	1,854	74,000	82,000
	6	79,887	1,487	76,000	84,000
5	1	107,368	2,188	100,000	112,000
	2	105,887	1,765	101,000	112,000
	3	118,850	2,394	108,000	119,000
	4	105,591	1,957	96,000	105,000
	5	100,669	1,560	98,000	105,000
	6	102,803	1,812	99,000	107,000
6	1	133,139	2,760	126,000	139,000
	2	132,394	2,220	125,000	137,000
	3	148,575	2,531	135,000	149,000
	4	129,770	2,171	118,000	130,000
	5	125,014	2,385	119,000	132,000
	6	127,880	1,531	123,000	133,000
7	1	157,312	2,999	149,000	163,000
	2	157,768	2,206	154,000	163,000
	3	178,145	2,719	164,000	176,000
	4	154,846	2,759	140,000	154,000
	5	149,803	2,574	142,000	155,000
	6	152,556	1,550	149,000	155,000
8	1	182,667	3,549	174,000	190,000
	2	183,254	1,833	177,000	188,000
	3	207,368	2,713	190,000	204,000
	4	179,936	3,231	163,000	178,000
	5	175,014	2,776	166,000	181,000
	6	176,817	2,378	171,000	182,000
9	1	208,951	3,469	197,000	217,000
	2	210,408	2,320	203,000	218,000
	3	237,315	2,616	219,000	231,000
	4	206,755	3,428	188,000	204,000
	5	200,486	2,640	193,000	206,000
	6	202,338	2,031	196,000	206,000
10	1	233,111	3,323	219,000	235,000
	2	234,746	1,058	227,000	235,000
	3	246,750	0,000	235,000	235,000
	4	233,005	3,993	212,000	231,000
	5	227,197	3,721	217,000	233,000
	6	229,042	2,248	224,000	234,000

-Prueba 2-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	174,069	37,514	79,000	235,000
	2	212,127	29,076	102,000	235,000
	3	246,750	0,000	235,000	235,000
	4	183,072	13,762	142,000	202,000
	5	226,570	14,867	154,000	235,000
	6	148,070	16,711	120,000	181,000
2	1	65,389	8,405	44,000	81,000
	2	74,148	6,892	50,000	84,000
	3	104,845	2,264	92,000	104,000
	4	67,484	2,970	58,000	69,000
	5	76,239	3,685	62,000	83,000
	6	58,275	4,056	51,000	67,000
3	1	83,653	8,683	64,000	99,000
	2	92,599	7,102	66,000	102,000
	3	126,458	2,593	113,000	126,000
	4	86,290	2,941	76,000	89,000
	5	94,718	3,821	81,000	100,000
	6	76,120	3,894	69,000	84,000
4	1	102,431	9,026	81,000	120,000
	2	111,641	6,797	88,000	121,000
	3	150,372	3,014	134,000	150,000
	4	105,897	2,860	95,000	108,000
	5	113,570	4,131	99,000	120,000
	6	95,077	3,918	87,000	103,000
5	1	121,486	9,433	99,000	140,000
	2	130,711	7,283	106,000	141,000
	3	172,170	2,838	155,000	169,000
	4	124,367	3,216	110,000	126,000
	5	132,662	4,295	117,000	140,000
	6	113,106	3,849	104,000	121,000
6	1	145,437	9,932	121,000	163,000
	2	155,718	7,271	128,000	166,000
	3	201,659	3,153	182,000	198,000
	4	149,720	3,568	135,000	152,000
	5	155,986	3,862	141,000	161,000
	6	137,042	4,197	129,000	147,000
7	1	162,299	10,265	136,000	181,000
	2	173,556	8,030	144,000	183,000
	3	221,957	3,074	203,000	217,000
	4	166,265	3,631	151,000	166,000
	5	173,648	4,592	155,000	180,000
	6	152,866	4,041	144,000	161,000
8	1	181,368	10,909	156,000	200,000
	2	193,768	8,530	162,000	205,000
	3	245,293	2,319	223,000	235,000
	4	186,659	3,698	169,000	185,000
	5	194,275	4,786	175,000	201,000
	6	172,254	4,161	164,000	181,000
9	1	200,215	11,737	170,000	221,000
	2	213,197	8,465	183,000	224,000
	3	246,750	0,000	235,000	235,000
	4	206,653	3,862	188,000	204,000
	5	212,634	4,326	196,000	219,000
	6	191,127	4,360	182,000	200,000
10	1	221,083	11,201	192,000	235,000
	2	231,204	6,687	202,000	235,000
	3	246,750	0,000	235,000	235,000
	4	226,960	3,957	208,000	224,000
	5	233,352	3,778	213,000	235,000
	6	210,542	4,585	202,000	219,000

Fallo en posición 4 (sentido antihorario)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	23,764	0,833	22,000	26,000
	2	23,908	1,013	21,000	26,000
	3	24,416	0,817	21,000	25,000
	4	24,624	0,840	22,000	25,000
	5	23,380	0,910	21,000	25,000
	6	23,324	0,860	21,000	25,000
2	1	56,285	2,140	50,000	61,000
	2	56,120	1,774	52,000	61,000
	3	54,607	1,466	49,000	58,000
	4	60,040	1,924	52,000	62,000
	5	52,746	1,567	49,000	56,000
	6	55,120	1,934	50,000	59,000
3	1	80,208	2,472	74,000	85,000
	2	80,754	2,015	76,000	85,000
	3	77,500	1,715	71,000	80,000
	4	87,536	1,813	79,000	88,000
	5	75,592	1,851	71,000	80,000
	6	78,683	2,535	73,000	87,000
4	1	102,681	2,064	98,000	108,000
	2	102,648	1,741	99,000	107,000
	3	98,670	2,258	88,000	99,000
	4	112,620	1,767	103,000	113,000
	5	97,141	2,122	92,000	102,000
	6	100,620	1,719	96,000	104,000
5	1	128,312	2,305	123,000	133,000
	2	129,423	1,580	126,000	133,000
	3	123,131	1,917	112,000	123,000
	4	142,829	2,409	130,000	142,000
	5	121,556	2,465	115,000	128,000
	6	127,303	1,961	123,000	133,000
6	1	153,618	1,748	149,000	159,000
	2	155,176	1,809	150,000	160,000
	3	147,658	2,340	135,000	145,000
	4	170,581	2,421	156,000	168,000
	5	145,739	3,331	138,000	154,000
	6	152,577	1,571	148,000	156,000
7	1	178,576	2,188	173,000	183,000
	2	181,317	1,959	176,000	186,000
	3	171,904	2,157	159,000	169,000
	4	200,025	2,603	184,000	199,000
	5	169,965	3,848	159,000	177,000
	6	177,620	1,890	173,000	183,000
8	1	202,771	2,565	198,000	209,000
	2	206,528	2,138	200,000	212,000
	3	193,503	3,069	176,000	192,000
	4	225,845	3,204	207,000	222,000
	5	192,444	5,005	178,000	202,000
	6	202,444	1,977	198,000	208,000
9	1	226,681	2,510	217,000	233,000
	2	231,401	2,298	226,000	235,000
	3	217,461	2,830	200,000	212,000
	4	246,743	0,083	234,000	235,000
	5	216,592	4,767	203,000	226,000
	6	227,451	1,759	223,000	232,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	240,901	3,987	219,000	235,000
	4	246,750	0,000	235,000	235,000
	5	234,261	1,995	225,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	232,597	10,555	158,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	199,278	50,569	32,000	235,000
	4	246,750	0,000	235,000	235,000
	5	234,810	1,618	219,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
2	1	61,611	6,551	43,000	73,000
	2	74,085	2,845	62,000	80,000
	3	50,533	5,522	34,000	57,000
	4	94,471	5,351	79,000	100,000
	5	70,021	4,612	48,000	76,000
	6	68,423	2,124	61,000	74,000
3	1	82,764	6,983	60,000	93,000
	2	94,669	3,217	79,000	99,000
	3	69,869	6,163	52,000	78,000
	4	116,623	5,431	99,000	123,000
	5	89,669	4,899	68,000	97,000
	6	89,345	2,032	83,000	95,000
4	1	99,424	6,802	79,000	112,000
	2	113,141	3,121	99,000	118,000
	3	87,475	6,032	68,000	94,000
	4	138,658	5,527	121,000	143,000
	5	106,979	4,786	86,000	114,000
	6	107,035	2,057	101,000	111,000
5	1	121,583	7,030	99,000	134,000
	2	136,401	2,878	121,000	141,000
	3	107,936	5,904	88,000	115,000
	4	162,808	5,738	143,000	167,000
	5	128,951	4,925	106,000	136,000
	6	129,056	2,279	122,000	134,000
6	1	139,896	7,515	117,000	153,000
	2	155,056	2,911	140,000	161,000
	3	125,209	6,291	103,000	131,000
	4	185,157	6,376	161,000	190,000
	5	148,239	5,323	124,000	156,000
	6	147,669	2,162	140,000	153,000
7	1	162,118	8,150	137,000	175,000
	2	178,430	3,485	161,000	184,000
	3	148,471	6,597	123,000	153,000
	4	212,195	6,394	189,000	214,000
	5	170,718	5,455	148,000	180,000
	6	170,268	2,042	163,000	174,000
8	1	181,181	8,678	158,000	195,000
	2	198,908	3,329	181,000	204,000
	3	165,634	6,336	142,000	169,000
	4	234,515	6,568	209,000	235,000
	5	189,845	5,497	166,000	199,000
	6	190,514	2,263	185,000	195,000
9	1	199,493	9,002	172,000	214,000
	2	217,211	3,384	201,000	223,000
	3	183,402	7,164	156,000	187,000
	4	246,240	1,404	227,000	235,000
	5	207,845	5,425	183,000	216,000
	6	208,528	2,099	200,000	214,000
10	1	221,028	9,132	194,000	235,000
	2	234,697	1,394	223,000	235,000
	3	204,329	7,242	175,000	209,000
	4	246,750	0,000	235,000	235,000
	5	229,218	5,628	204,000	235,000
	6	229,986	2,693	223,000	235,000

Fallo en posición 5 (sentido antihorario)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	19,875	0,857	18,000	22,000
	2	18,880	0,989	16,000	21,000
	3	20,120	0,718	17,000	21,000
	4	20,169	0,964	17,000	22,000
	5	19,014	0,896	17,000	21,000
	6	18,521	0,886	16,000	20,000
2	1	46,674	2,064	42,000	52,000
	2	45,211	2,292	37,000	51,000
	3	45,106	1,614	39,000	49,000
	4	47,068	1,697	40,000	50,000
	5	47,162	2,023	44,000	54,000
	6	43,873	1,467	40,000	48,000
3	1	69,097	2,231	64,000	74,000
	2	67,859	2,474	61,000	72,000
	3	67,340	2,338	56,000	71,000
	4	69,132	2,133	61,000	70,000
	5	74,408	2,374	68,000	80,000
	6	66,972	1,857	63,000	71,000
4	1	97,549	2,351	91,000	102,000
	2	94,599	2,753	88,000	101,000
	3	93,894	2,436	83,000	96,000
	4	97,110	2,208	88,000	99,000
	5	104,648	2,147	99,000	111,000
	6	94,317	2,053	89,000	99,000
5	1	120,292	2,236	116,000	124,000
	2	118,732	2,651	112,000	125,000
	3	117,260	3,258	104,000	119,000
	4	120,422	2,146	110,000	120,000
	5	133,817	3,123	125,000	141,000
	6	118,317	1,926	113,000	122,000
6	1	147,708	2,656	141,000	153,000
	2	147,345	3,235	140,000	154,000
	3	144,885	4,224	129,000	147,000
	4	147,933	2,498	135,000	146,000
	5	164,169	2,786	156,000	170,000
	6	145,127	1,674	141,000	150,000
7	1	171,243	2,856	163,000	177,000
	2	172,211	3,522	165,000	179,000
	3	168,207	3,822	150,000	170,000
	4	171,245	2,568	156,000	169,000
	5	193,599	3,650	184,000	202,000
	6	168,930	2,309	163,000	175,000
8	1	198,549	2,801	190,000	204,000
	2	200,218	3,551	189,000	207,000
	3	194,864	5,147	173,000	196,000
	4	198,224	3,094	181,000	195,000
	5	224,373	4,679	211,000	232,000
	6	197,204	2,519	191,000	204,000
9	1	224,347	3,328	216,000	230,000
	2	226,599	4,193	215,000	235,000
	3	222,156	4,915	199,000	223,000
	4	225,487	3,820	207,000	223,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	223,732	2,654	217,000	230,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	243,570	3,966	221,000	235,000
	4	245,897	1,646	228,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

-Prueba 2-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	128,444	9,590	102,000	146,000
	2	156,542	3,762	143,000	163,000
	3	147,680	4,380	125,000	149,000
	4	147,612	3,141	132,000	147,000
	5	195,451	3,143	185,000	202,000
	6	144,768	3,034	135,000	152,000
2	1	39,389	7,379	16,000	51,000
	2	61,704	2,621	51,000	68,000
	3	49,905	2,988	37,000	53,000
	4	50,210	2,463	43,000	55,000
	5	94,507	2,783	87,000	100,000
	6	52,141	2,695	45,000	58,000
3	1	57,042	7,574	36,000	70,000
	2	81,120	3,055	70,000	86,000
	3	69,167	3,250	53,000	72,000
	4	69,329	2,951	59,000	71,000
	5	117,211	3,113	109,000	123,000
	6	70,958	2,517	63,000	77,000
4	1	79,799	7,937	55,000	93,000
	2	104,415	2,822	93,000	109,000
	3	93,613	3,485	76,000	96,000
	4	93,756	2,962	81,000	95,000
	5	144,655	3,196	137,000	151,000
	6	95,000	2,418	88,000	99,000
5	1	98,208	8,202	75,000	112,000
	2	123,697	3,182	111,000	129,000
	3	111,078	3,437	92,000	112,000
	4	111,891	3,362	98,000	115,000
	5	166,127	3,144	157,000	173,000
	6	112,669	2,978	104,000	119,000
6	1	115,965	8,670	90,000	131,000
	2	142,986	3,257	131,000	149,000
	3	130,311	3,823	110,000	131,000
	4	130,586	3,208	116,000	131,000
	5	189,930	3,575	179,000	196,000
	6	132,120	3,296	124,000	138,000
7	1	136,062	9,217	109,000	151,000
	2	163,796	3,467	150,000	170,000
	3	151,311	3,771	128,000	150,000
	4	151,827	3,365	135,000	151,000
	5	214,232	3,694	203,000	220,000
	6	152,289	2,887	144,000	158,000
8	1	156,000	9,811	125,000	173,000
	2	186,937	3,614	172,000	193,000
	3	172,562	4,154	147,000	172,000
	4	172,659	3,915	155,000	172,000
	5	234,725	1,008	228,000	235,000
	6	173,401	3,274	163,000	179,000
9	1	172,937	10,365	144,000	190,000
	2	206,345	3,770	190,000	211,000
	3	191,492	4,303	164,000	190,000
	4	192,544	3,991	174,000	191,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	192,472	3,354	184,000	198,000
10	1	194,458	11,040	162,000	212,000
	2	228,683	4,001	212,000	235,000
	3	214,947	4,207	186,000	211,000
	4	215,090	3,819	195,000	212,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	214,493	3,558	205,000	222,000

Fallo en posición 6 (sentido antihorario)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	23,333	0,858	22,000	25,000
	2	23,535	0,885	22,000	26,000
	3	24,520	0,841	21,000	25,000
	4	24,894	0,873	22,000	25,000
	5	22,986	0,831	21,000	25,000
	6	22,613	0,592	22,000	24,000
2	1	55,896	1,802	51,000	61,000
	2	54,732	2,143	51,000	61,000
	3	55,354	1,863	49,000	57,000
	4	57,568	1,853	51,000	60,000
	5	54,387	1,924	49,000	58,000
	6	58,549	1,802	54,000	63,000
3	1	83,125	1,881	80,000	88,000
	2	82,155	2,363	74,000	88,000
	3	82,846	1,729	74,000	83,000
	4	84,846	2,399	75,000	87,000
	5	80,620	1,988	75,000	85,000
	6	90,965	2,157	85,000	97,000
4	1	106,278	2,002	101,000	111,000
	2	104,908	2,010	101,000	111,000
	3	104,756	1,582	95,000	104,000
	4	107,778	2,194	97,000	108,000
	5	103,387	1,883	99,000	108,000
	6	118,317	2,144	113,000	124,000
5	1	132,639	2,760	127,000	140,000
	2	130,915	3,059	124,000	138,000
	3	129,187	2,433	118,000	128,000
	4	132,096	2,319	121,000	130,000
	5	127,514	1,857	123,000	133,000
	6	148,451	2,209	145,000	154,000
6	1	157,056	2,426	152,000	164,000
	2	155,563	2,639	148,000	163,000
	3	154,017	2,673	140,000	154,000
	4	158,929	2,800	144,000	157,000
	5	153,239	1,538	150,000	157,000
	6	178,014	1,932	173,000	183,000
7	1	185,833	2,833	180,000	193,000
	2	182,718	3,657	173,000	190,000
	3	180,940	2,855	166,000	178,000
	4	187,272	3,211	171,000	185,000
	5	180,049	1,801	176,000	185,000
	6	210,338	1,803	206,000	215,000
8	1	210,264	2,348	206,000	216,000
	2	208,627	3,769	199,000	218,000
	3	205,726	3,427	188,000	203,000
	4	212,027	3,343	193,000	208,000
	5	204,824	2,091	199,000	210,000
	6	234,944	0,285	233,000	235,000
9	1	234,493	1,067	231,000	235,000
	2	233,852	1,835	226,000	235,000
	3	231,170	3,697	211,000	228,000
	4	239,181	4,081	217,000	234,000
	5	232,014	2,073	225,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	246,743	0,084	234,000	235,000
	4	246,750	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	244,702	9,787	164,000	235,000
	4	246,750	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
2	1	75,208	6,438	55,000	85,000
	2	80,099	2,579	74,000	86,000
	3	62,948	4,377	42,000	66,000
	4	73,937	2,440	65,000	77,000
	5	72,542	2,168	65,000	76,000
	6	96,042	4,731	83,000	103,000
3	1	95,285	6,163	77,000	104,000
	2	100,007	2,663	93,000	107,000
	3	82,617	4,555	60,000	85,000
	4	93,494	2,368	83,000	93,000
	5	92,239	2,340	85,000	97,000
	6	118,972	4,940	105,000	128,000
4	1	113,201	6,616	93,000	126,000
	2	118,225	3,393	111,000	126,000
	3	100,704	4,405	76,000	101,000
	4	111,577	2,690	99,000	112,000
	5	109,585	2,202	104,000	114,000
	6	139,901	4,891	127,000	147,000
5	1	134,424	6,722	114,000	146,000
	2	140,035	3,353	133,000	148,000
	3	120,750	4,453	96,000	122,000
	4	132,519	2,415	120,000	131,000
	5	130,683	2,272	123,000	135,000
	6	163,620	4,860	151,000	172,000
6	1	154,326	7,219	130,000	165,000
	2	160,528	3,508	153,000	168,000
	3	140,412	4,755	115,000	141,000
	4	153,322	2,578	138,000	153,000
	5	151,437	2,401	144,000	156,000
	6	187,113	4,921	175,000	196,000
7	1	176,271	8,029	150,000	188,000
	2	182,303	3,866	173,000	189,000
	3	161,382	4,576	133,000	161,000
	4	174,789	2,544	160,000	172,000
	5	171,901	2,686	161,000	177,000
	6	211,366	4,835	200,000	220,000
8	1	193,889	8,070	169,000	207,000
	2	199,521	4,269	188,000	207,000
	3	177,864	5,144	149,000	176,000
	4	192,617	2,748	175,000	189,000
	5	188,704	2,531	177,000	194,000
	6	230,352	4,665	217,000	235,000
9	1	214,618	8,730	187,000	228,000
	2	220,528	4,111	211,000	229,000
	3	198,886	5,261	166,000	197,000
	4	214,448	2,721	197,000	208,000
	5	210,028	2,685	198,000	214,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
10	1	230,882	6,036	208,000	235,000
	2	234,711	0,924	230,000	235,000
	3	217,099	5,220	182,000	213,000
	4	233,224	3,141	213,000	226,000
	5	228,634	3,330	217,000	234,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

El resultado de este ensayo es satisfactorio, ya que el sistema es capaz de encontrar el fallo en todas las posiciones, dos veces seguidas, y sin que le afecte el hecho de que las carcasas estén calientes. En lo referente a repetitividad, se comprueba además que después de la segunda prueba el sistema detecta el fallo en la bobina afectada, dando en ocasiones fallo en una bobina buena que se ha calentado de forma diferente por algún motivo (soldaduras, diámetros del hilo de cobre, composición, etc.). En cualquier caso, el sistema nunca da una carcasa con un defecto como buena, lo cual garantiza las exigencias de calidad del cliente.

Una vez comprobado que el sistema funciona para carcasas no aisladas, se procede a realizar el mismo ensayo en carcasas aisladas. En principio, las carcasas aisladas deberían comportarse mejor, ya que al tener dos trencillas, todas las bobinas están equidistantes entre las trencillas, es decir, la cantidad de cobre entre trencillas es similar en todas las bobinas y eso evita el efecto de que unas bobinas se calienten más que otras. Por tanto, se realiza el ensayo sin introducir ningún factor de corrección a las bobinas.

7.3.4.- Ensayo 4: Carcasa aislada, una vuelta menos, 470A durante 5 segundos. Umbral:20; Tiempo análisis:6; Nº comparaciones No Ok:3

Se han realizado 2 pruebas a cada patrón con un intervalo de 5 segundos entre cada prueba.

Carcasa Buena

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	16,361	0,805	16,000	19,000
	2	17,239	1,353	16,000	20,000
	3	17,627	1,656	16,000	22,000
	4	17,271	1,464	16,000	22,000
	5	16,303	0,741	16,000	19,000
	6	16,028	0,204	16,000	18,000
2	1	34,403	3,105	27,000	42,000
	2	36,641	2,081	31,000	42,000
	3	35,951	1,976	30,000	41,000
	4	38,458	2,114	33,000	44,000
	5	36,085	1,904	31,000	40,000
	6	32,901	1,874	30,000	37,000
3	1	55,243	3,060	48,000	62,000
	2	59,056	2,109	54,000	64,000
	3	55,627	1,841	52,000	61,000
	4	57,694	2,069	53,000	64,000
	5	57,155	1,929	51,000	62,000
	6	53,585	1,994	48,000	58,000
4	1	76,750	3,320	69,000	84,000
	2	80,204	2,393	73,000	86,000
	3	75,127	2,232	68,000	79,000
	4	77,417	2,405	72,000	84,000
	5	78,310	2,386	71,000	87,000
	6	73,465	1,894	70,000	79,000
5	1	101,285	3,622	96,000	109,000
	2	106,556	2,552	101,000	113,000
	3	99,979	1,726	95,000	104,000
	4	102,674	2,541	98,000	109,000
	5	104,028	2,409	98,000	109,000
	6	99,338	1,971	94,000	104,000
6	1	122,653	4,214	115,000	130,000
	2	130,127	2,703	125,000	137,000
	3	122,373	2,647	116,000	128,000
	4	125,944	3,111	119,000	133,000
	5	127,190	2,753	118,000	132,000
	6	121,486	2,171	114,000	127,000
7	1	149,701	3,768	140,000	158,000
	2	156,887	2,258	151,000	164,000
	3	147,845	2,730	137,000	154,000
	4	152,410	2,849	145,000	159,000
	5	153,803	2,733	144,000	160,000
	6	148,141	2,697	142,000	155,000
8	1	169,653	4,332	160,000	177,000
	2	177,190	2,897	169,000	185,000
	3	166,796	3,034	160,000	173,000
	4	171,340	4,000	162,000	179,000
	5	174,662	3,398	165,000	181,000
	6	167,415	2,827	160,000	175,000
9	1	194,056	3,756	187,000	201,000
	2	202,923	2,880	196,000	208,000
	3	191,655	3,460	182,000	201,000
	4	197,069	4,314	189,000	206,000
	5	200,521	4,052	190,000	208,000
	6	192,366	3,455	182,000	199,000
10	1	214,278	4,511	203,000	224,000
	2	226,127	2,981	220,000	233,000
	3	211,831	3,215	200,000	219,000
	4	217,646	4,488	209,000	227,000
	5	221,535	4,481	209,000	228,000
	6	212,479	2,815	206,000	219,000

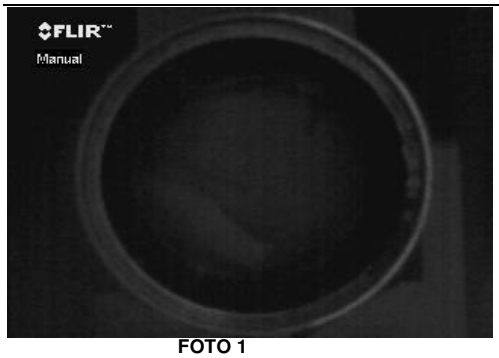


FOTO 1

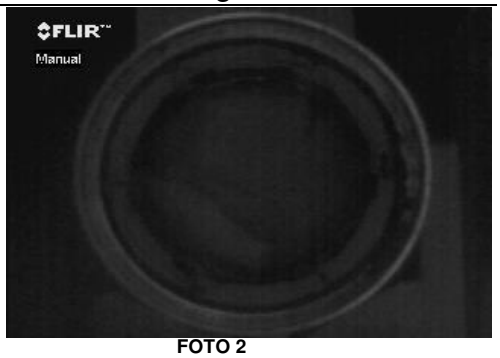


FOTO 2

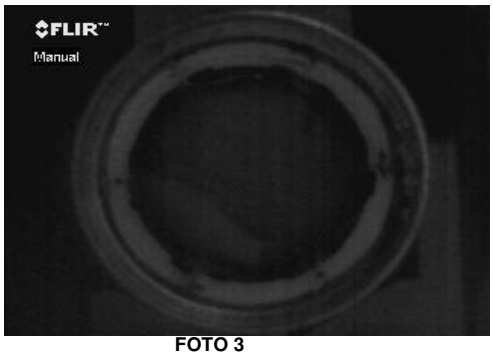


FOTO 3

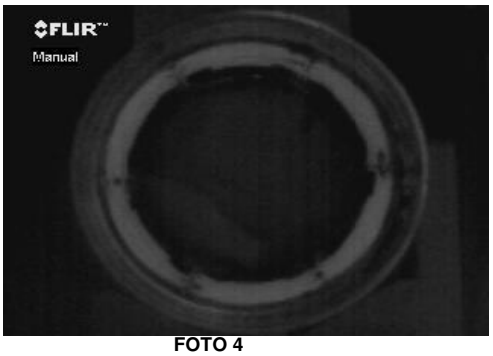


FOTO 4

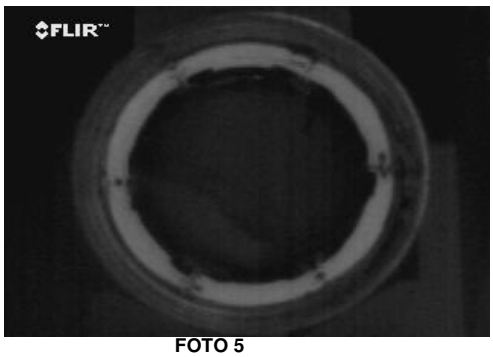


FOTO 5

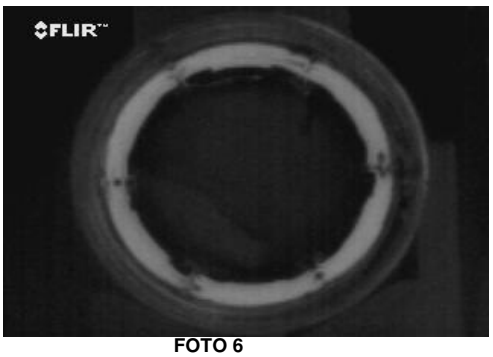


FOTO 6

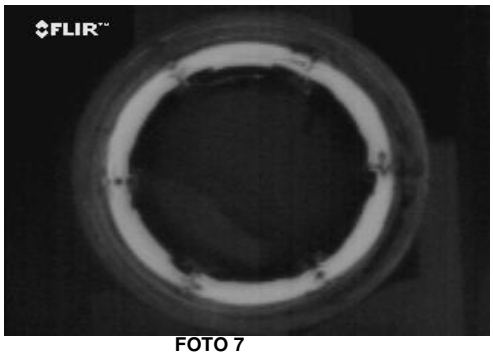


FOTO 7

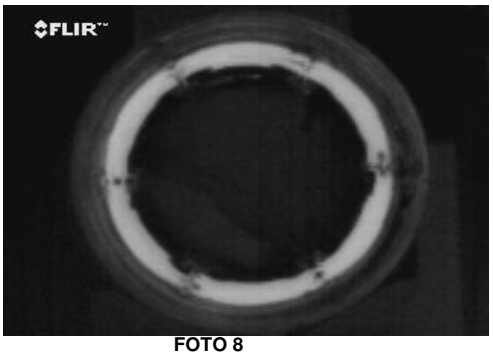


FOTO 8

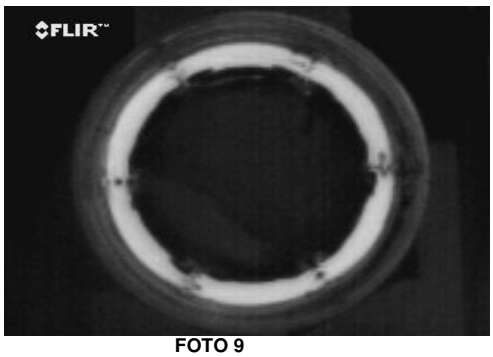


FOTO 9

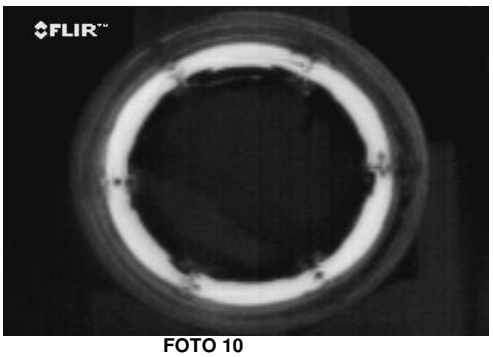


FOTO 10

-Prueba 2-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	132,187	3,037	124,000	140,000
	2	137,211	7,253	124,000	161,000
	3	130,303	5,004	121,000	141,000
	4	135,500	11,099	118,000	155,000
	5	146,754	7,241	126,000	157,000
	6	136,958	8,238	118,000	149,000
2	1	16,000	0,000	16,000	16,000
	2	16,141	1,231	16,000	29,000
	3	16,000	0,000	16,000	16,000
	4	16,000	0,000	16,000	16,000
	5	16,000	0,000	16,000	16,000
	6	16,000	0,000	16,000	16,000
3	1	90,639	2,888	84,000	99,000
	2	97,423	5,111	90,000	115,000
	3	88,472	4,368	78,000	98,000
	4	94,681	9,016	79,000	111,000
	5	103,641	5,731	87,000	112,000
	6	94,711	6,159	80,000	103,000
4	1	107,278	3,070	100,000	115,000
	2	114,697	5,987	105,000	135,000
	3	104,028	4,313	95,000	115,000
	4	111,229	9,210	97,000	130,000
	5	122,493	6,092	105,000	132,000
	6	112,338	6,767	97,000	124,000
5	1	132,125	3,576	125,000	142,000
	2	139,359	6,149	129,000	160,000
	3	127,908	4,990	115,000	139,000
	4	136,431	9,581	121,000	154,000
	5	147,634	5,985	130,000	155,000
	6	136,141	6,678	119,000	147,000
6	1	149,222	3,800	140,000	157,000
	2	157,183	6,397	149,000	183,000
	3	144,190	5,514	133,000	156,000
	4	153,299	9,189	138,000	170,000
	5	165,239	6,271	147,000	175,000
	6	153,338	6,848	136,000	165,000
7	1	170,125	4,484	160,000	182,000
	2	180,275	6,889	171,000	206,000
	3	165,465	5,858	154,000	177,000
	4	175,146	10,245	158,000	195,000
	5	188,197	6,142	167,000	197,000
	6	175,592	7,119	156,000	186,000
8	1	187,389	4,372	179,000	199,000
	2	198,014	6,696	188,000	222,000
	3	182,606	6,208	170,000	196,000
	4	193,056	10,477	176,000	212,000
	5	206,521	6,233	185,000	216,000
	6	193,556	7,463	177,000	204,000
9	1	209,764	4,121	201,000	221,000
	2	220,310	6,113	211,000	235,000
	3	204,697	6,083	190,000	217,000
	4	215,590	10,560	199,000	234,000
	5	229,901	6,264	208,000	235,000
	6	216,345	7,787	196,000	227,000
10	1	228,375	3,917	219,000	235,000
	2	234,500	1,209	229,000	235,000
	3	222,542	6,933	206,000	235,000
	4	229,076	6,910	216,000	235,000
	5	234,746	1,308	225,000	235,000
	6	231,458	5,155	215,000	235,000

FOTO 1

FOTO 2

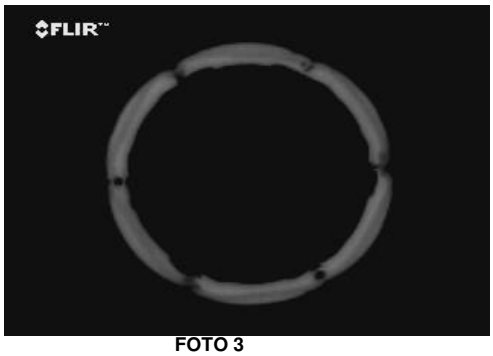


FOTO 3

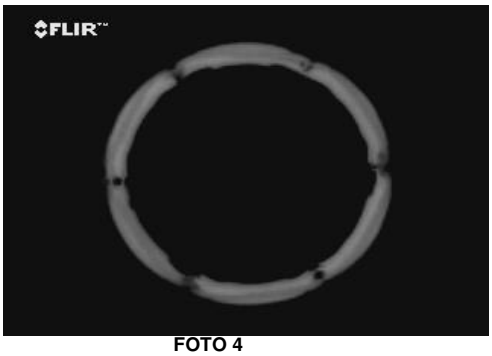


FOTO 4

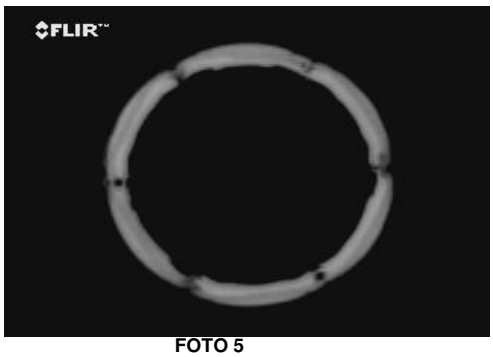


FOTO 5

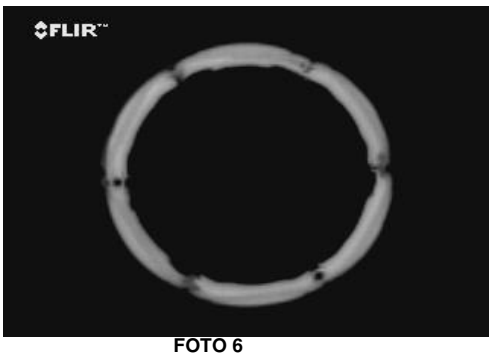


FOTO 6

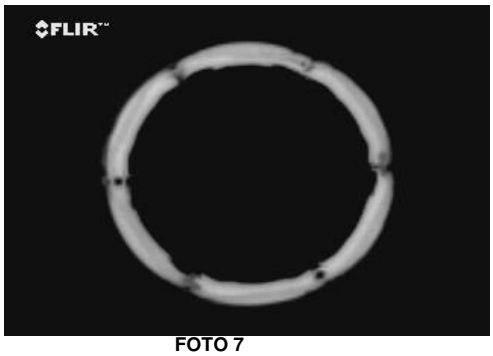


FOTO 7

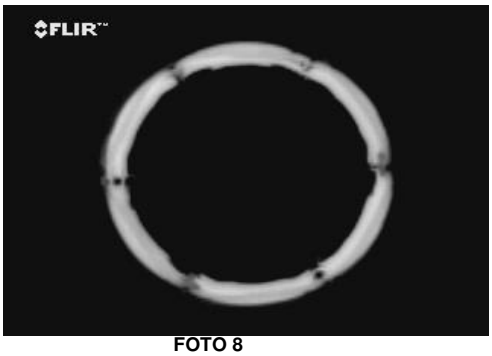


FOTO 8

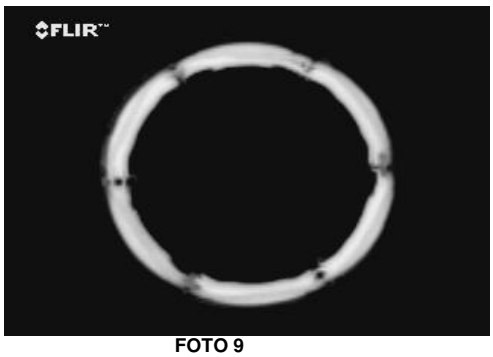


FOTO 9

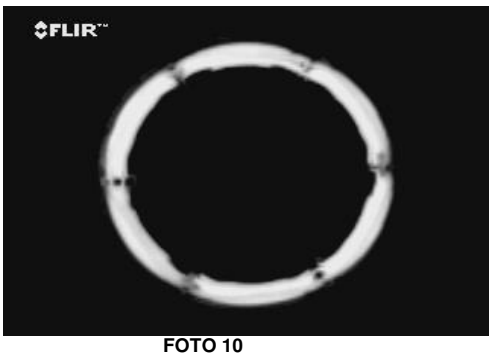


FOTO 10

Fallo en posición 1 (arriba)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	30,722	0,961	28,000	33,000
	2	31,197	0,921	29,000	34,000
	3	30,141	0,924	28,000	32,000
	4	29,347	1,043	27,000	32,000
	5	29,359	1,037	26,000	32,000
	6	29,965	0,922	28,000	32,000
2	1	68,493	2,007	64,000	73,000
	2	65,951	2,202	59,000	73,000
	3	62,690	2,259	59,000	68,000
	4	61,493	2,118	57,000	68,000
	5	63,430	2,033	58,000	68,000
	6	62,782	1,925	57,000	67,000
3	1	99,083	1,714	94,000	103,000
	2	92,676	2,206	89,000	99,000
	3	86,859	1,864	83,000	92,000
	4	87,007	2,523	81,000	94,000
	5	89,324	2,148	85,000	94,000
	6	89,014	1,936	84,000	94,000
4	1	122,965	2,126	116,000	128,000
	2	112,972	2,467	107,000	119,000
	3	106,232	2,013	101,000	110,000
	4	105,646	2,866	99,000	113,000
	5	109,141	2,671	103,000	115,000
	6	108,852	1,989	105,000	115,000
5	1	154,521	1,603	151,000	160,000
	2	142,761	3,065	136,000	151,000
	3	133,092	2,204	127,000	137,000
	4	132,243	3,648	124,000	142,000
	5	136,789	2,394	132,000	142,000
	6	137,183	2,027	132,000	142,000
6	1	183,646	2,178	178,000	190,000
	2	166,930	2,631	160,000	174,000
	3	156,732	2,204	152,000	162,000
	4	155,632	3,335	149,000	167,000
	5	161,099	2,819	155,000	167,000
	6	160,218	2,444	154,000	165,000
7	1	211,924	1,986	208,000	218,000
	2	190,458	3,251	183,000	198,000
	3	179,514	1,971	174,000	184,000
	4	178,812	4,244	169,000	188,000
	5	186,246	3,376	178,000	194,000
	6	184,394	2,986	178,000	193,000
8	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	214,697	2,955	207,000	222,000
	3	202,937	2,332	196,000	209,000
	4	201,590	4,363	192,000	210,000
	5	209,669	3,254	202,000	217,000
	6	208,197	2,735	199,000	214,000
9	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	234,958	0,373	231,000	235,000
	3	227,514	2,402	219,000	233,000
	4	226,667	4,608	215,000	235,000
	5	233,613	2,181	226,000	235,000
	6	232,965	2,296	223,000	235,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

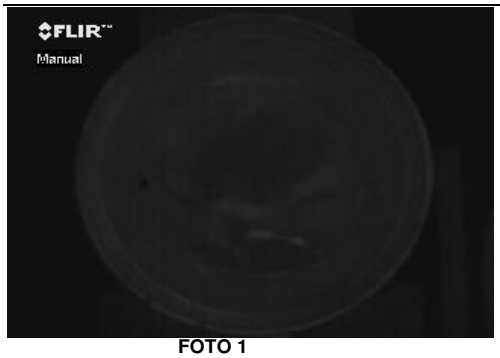


FOTO 1

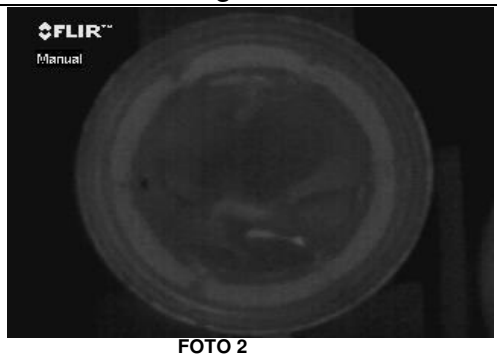


FOTO 2

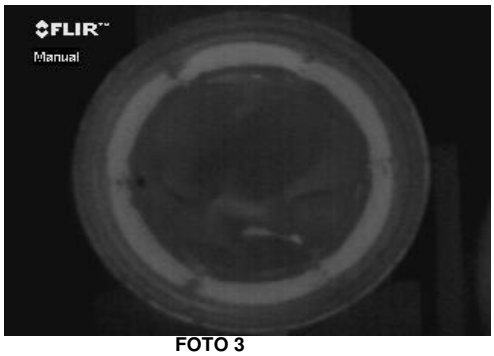


FOTO 3

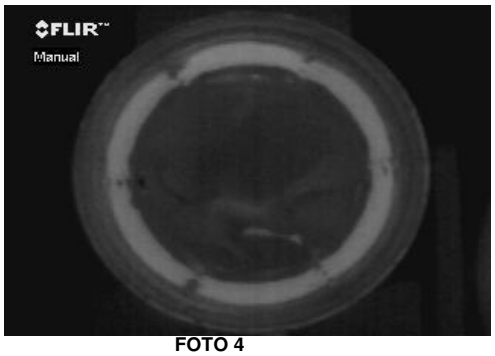


FOTO 4

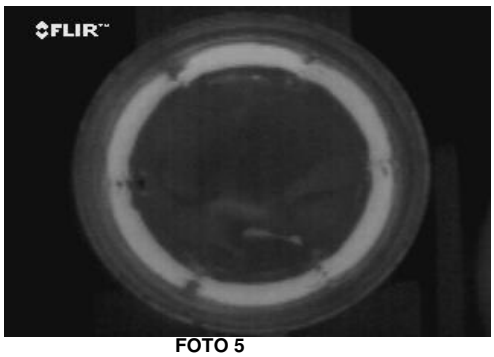


FOTO 5

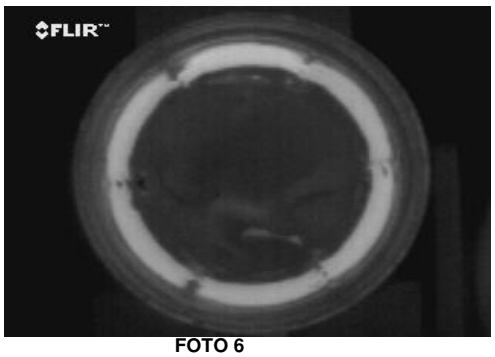


FOTO 6

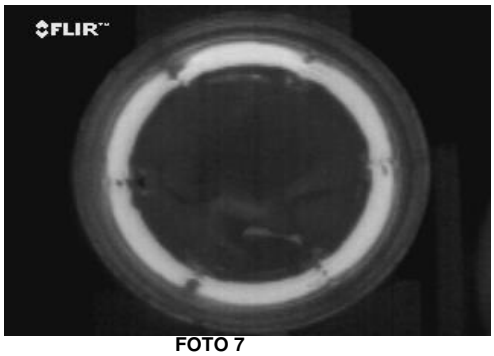


FOTO 7

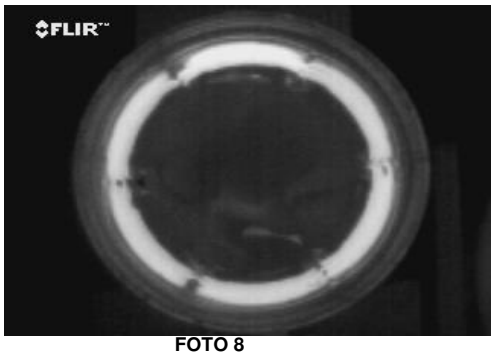


FOTO 8

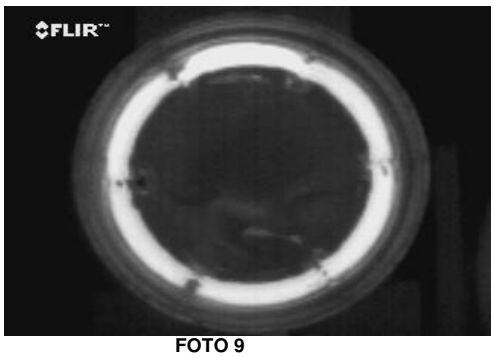


FOTO 9

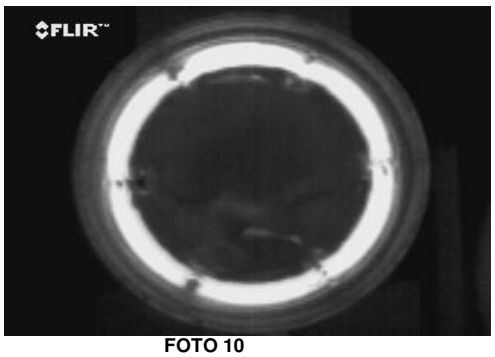


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	235,000	0,000	235,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
2	1	96,854	3,553	82,000	102,000
	2	59,951	4,119	51,000	71,000
	3	45,049	3,772	37,000	54,000
	4	49,146	3,093	43,000	60,000
	5	60,824	4,086	47,000	70,000
	6	50,930	6,003	40,000	63,000
3	1	121,743	4,133	106,000	129,000
	2	82,056	4,232	71,000	93,000
	3	65,479	4,177	54,000	75,000
	4	70,590	2,959	64,000	79,000
	5	83,070	4,321	70,000	90,000
	6	72,169	6,537	59,000	85,000
4	1	142,257	4,176	127,000	149,000
	2	98,972	4,436	86,000	109,000
	3	81,437	4,366	69,000	90,000
	4	87,632	3,179	81,000	97,000
	5	99,162	4,220	85,000	107,000
	6	88,690	6,497	73,000	101,000
5	1	167,681	3,985	153,000	174,000
	2	121,134	4,866	107,000	132,000
	3	101,894	4,231	91,000	110,000
	4	107,382	3,488	99,000	115,000
	5	121,317	4,649	106,000	132,000
	6	109,620	6,800	95,000	122,000
6	1	190,000	4,566	172,000	197,000
	2	139,775	4,982	126,000	152,000
	3	119,148	4,740	107,000	129,000
	4	125,931	3,240	116,000	133,000
	5	140,676	4,895	124,000	150,000
	6	128,183	7,572	111,000	142,000
7	1	216,333	4,590	198,000	223,000
	2	162,028	5,585	147,000	174,000
	3	140,711	5,179	126,000	152,000
	4	147,924	3,627	138,000	155,000
	5	162,056	4,791	146,000	170,000
	6	150,197	7,417	132,000	164,000
8	1	234,285	2,226	220,000	235,000
	2	182,063	5,306	164,000	193,000
	3	158,789	4,945	146,000	169,000
	4	166,660	3,646	156,000	178,000
	5	182,183	5,406	165,000	191,000
	6	168,739	8,154	152,000	184,000
9	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	203,542	5,491	186,000	216,000
	3	179,014	5,643	162,000	191,000
	4	186,576	3,722	177,000	195,000
	5	203,775	5,388	186,000	213,000
	6	189,169	8,519	169,000	205,000
10	1	235,000	0,000	235,000	235,000
	2	222,965	6,357	205,000	235,000
	3	197,394	5,905	179,000	208,000
	4	205,111	3,857	194,000	212,000
	5	223,007	5,822	202,000	233,000
	6	207,408	8,556	186,000	224,000

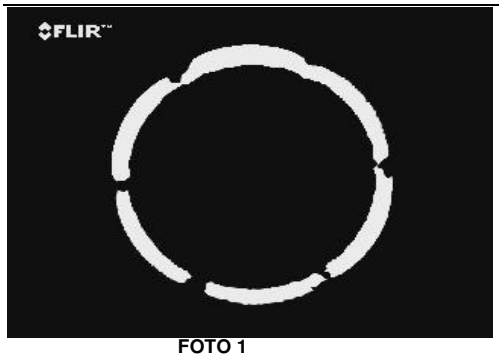


FOTO 1

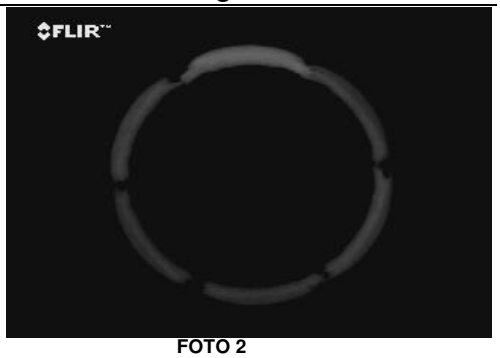


FOTO 2

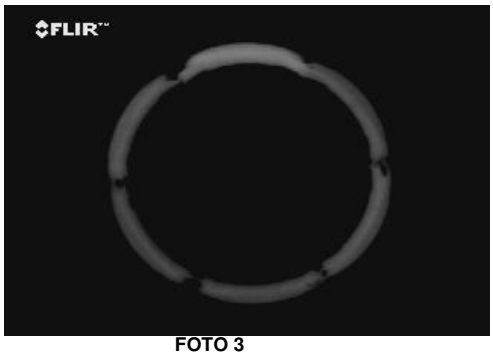


FOTO 3

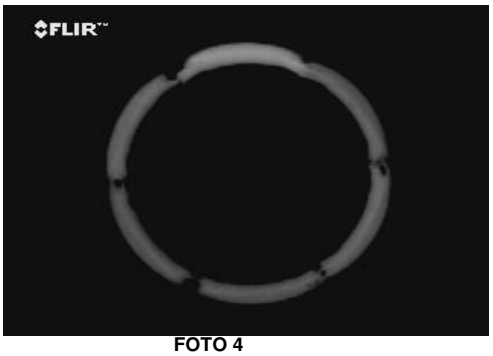


FOTO 4

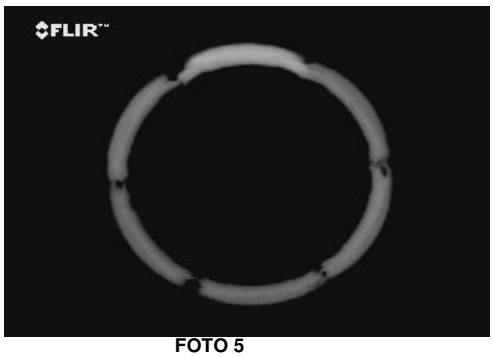


FOTO 5

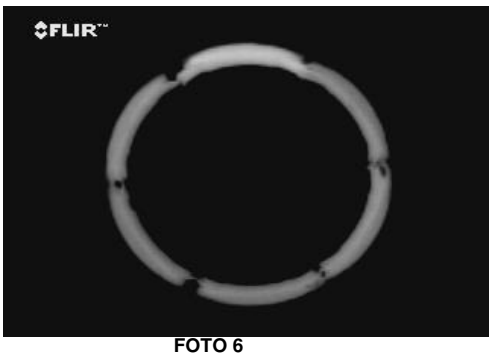


FOTO 6

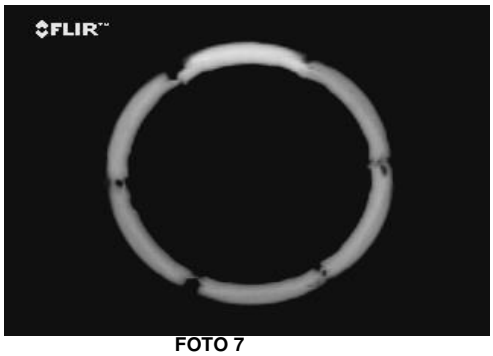


FOTO 7

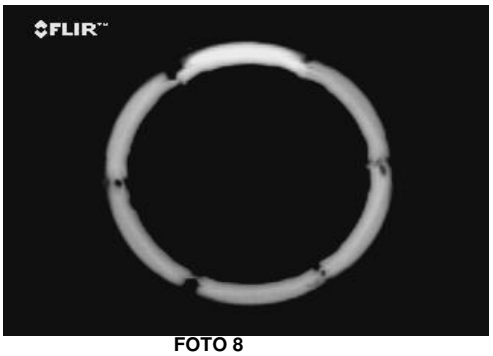


FOTO 8

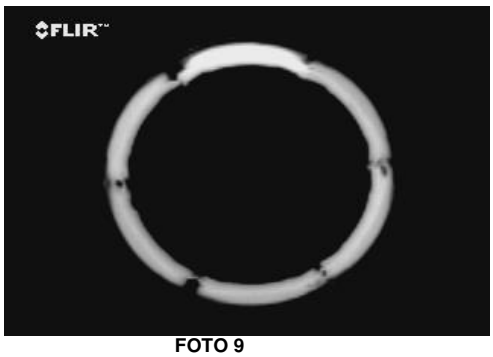


FOTO 9

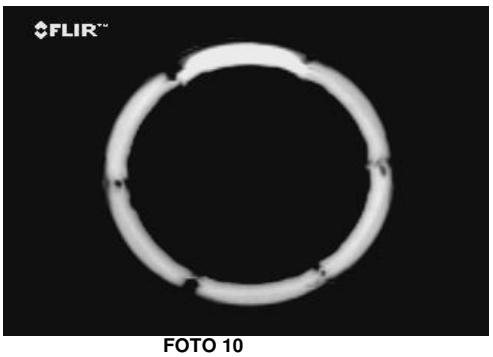


FOTO 10

Fallo en posición 2 (sentido antihorario)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	16,000	0,000	16,000	16,000
	2	16,000	0,000	16,000	16,000
	3	16,000	0,000	16,000	16,000
	4	16,000	0,000	16,000	16,000
	5	16,000	0,000	16,000	16,000
	6	16,000	0,000	16,000	16,000
2	1	20,187	2,224	16,000	25,000
	2	24,563	1,758	21,000	31,000
	3	19,162	1,883	16,000	24,000
	4	19,576	2,256	16,000	26,000
	5	19,479	1,978	16,000	24,000
	6	18,035	1,966	16,000	24,000
3	1	41,667	2,055	37,000	45,000
	2	50,141	2,006	45,000	55,000
	3	39,859	2,037	36,000	45,000
	4	40,306	2,301	35,000	44,000
	5	41,254	1,770	36,000	45,000
	6	38,437	2,157	34,000	44,000
4	1	65,590	2,244	60,000	72,000
	2	80,176	2,593	74,000	85,000
	3	62,873	2,062	59,000	68,000
	4	63,750	2,534	57,000	69,000
	5	65,958	1,996	61,000	69,000
	6	62,415	2,353	55,000	67,000
5	1	88,951	2,561	83,000	96,000
	2	107,472	2,621	100,000	114,000
	3	83,789	2,373	79,000	91,000
	4	85,986	2,716	80,000	91,000
	5	90,113	2,308	84,000	97,000
	6	86,507	2,300	81,000	92,000
6	1	110,715	2,565	104,000	117,000
	2	136,077	3,346	128,000	145,000
	3	105,852	2,239	100,000	111,000
	4	107,125	3,007	100,000	114,000
	5	112,465	2,174	107,000	118,000
	6	106,810	2,201	100,000	113,000
7	1	134,618	2,105	127,000	140,000
	2	164,437	3,718	155,000	175,000
	3	128,204	2,300	123,000	135,000
	4	131,535	2,981	125,000	140,000
	5	136,831	2,301	130,000	142,000
	6	131,479	2,145	126,000	136,000
8	1	157,944	2,568	152,000	164,000
	2	194,275	4,335	184,000	203,000
	3	151,887	2,371	146,000	158,000
	4	154,083	3,010	147,000	160,000
	5	160,641	2,718	153,000	167,000
	6	154,085	1,774	147,000	158,000
9	1	183,493	2,351	177,000	188,000
	2	224,085	4,672	212,000	233,000
	3	174,937	3,047	167,000	187,000
	4	178,264	3,848	169,000	186,000
	5	186,345	2,362	179,000	192,000
	6	179,289	2,155	171,000	186,000
10	1	203,174	2,259	196,000	208,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	195,141	3,262	186,000	203,000
	4	198,049	4,059	188,000	206,000
	5	208,810	2,353	203,000	215,000
	6	200,380	2,703	191,000	206,000

FOTO 1

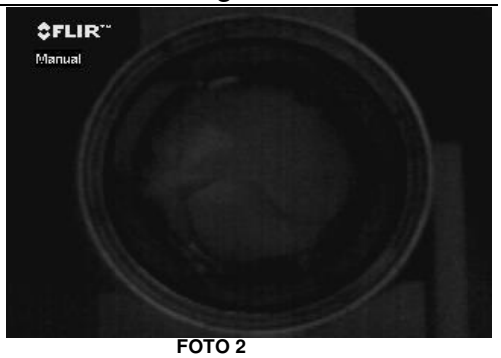


FOTO 2

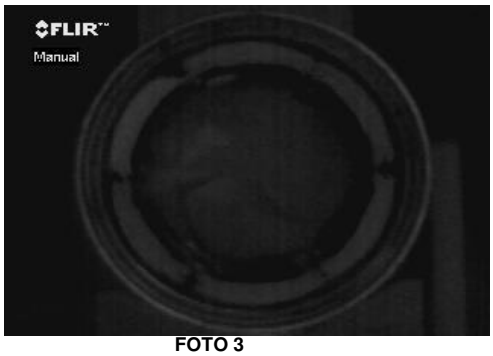


FOTO 3

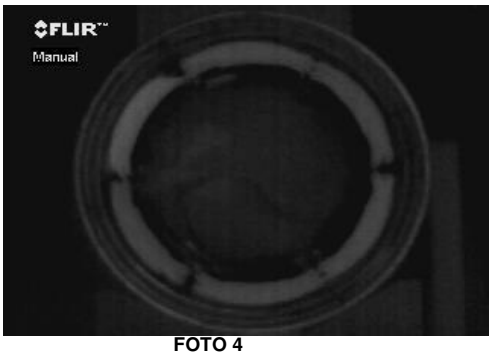


FOTO 4

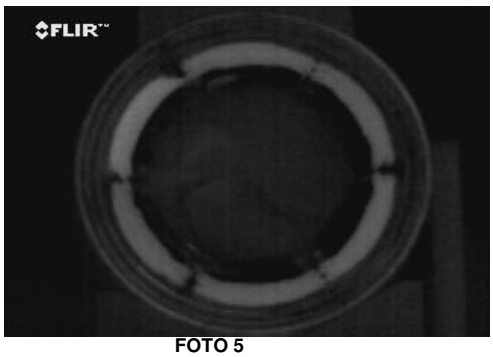


FOTO 5

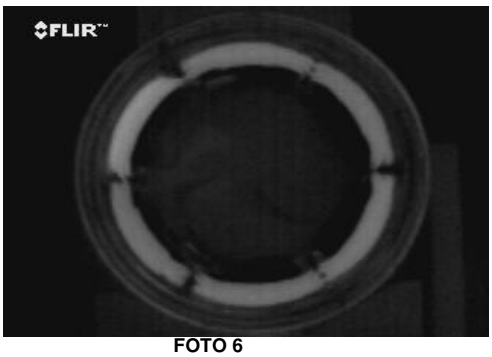


FOTO 6

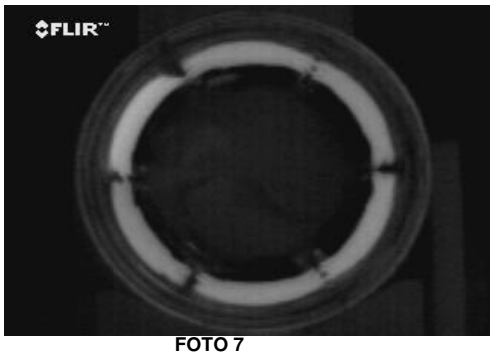


FOTO 7

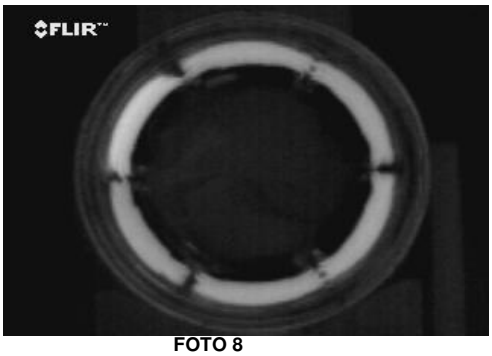


FOTO 8

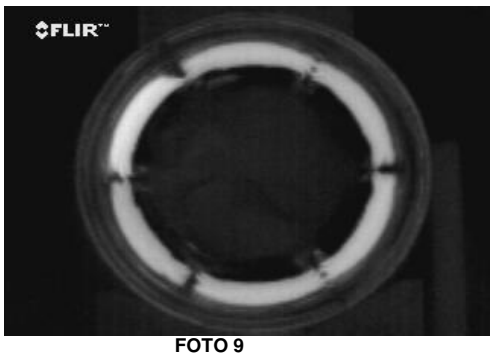


FOTO 9

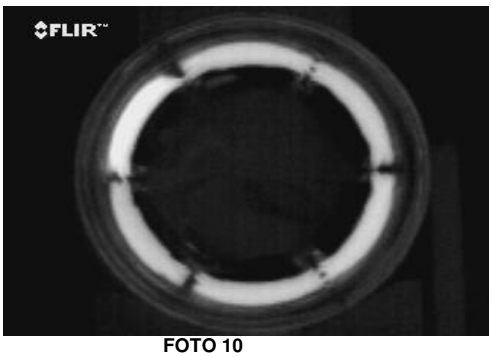


FOTO 10

-Prueba 2-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	116,931	24,827	61,000	171,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	79,627	23,221	34,000	122,000
	4	124,271	11,667	99,000	150,000
	5	159,113	21,413	89,000	190,000
	6	100,662	37,145	16,000	156,000
2	1	49,604	3,544	40,000	57,000
	2	97,711	3,177	89,000	103,000
	3	41,134	3,430	34,000	51,000
	4	49,167	2,138	44,000	53,000
	5	55,831	3,927	44,000	62,000
	6	46,359	6,500	29,000	56,000
3	1	68,750	4,589	56,000	81,000
	2	121,000	3,751	110,000	129,000
	3	58,606	4,121	50,000	68,000
	4	67,944	2,429	63,000	73,000
	5	75,718	4,091	63,000	83,000
	6	65,148	7,189	46,000	75,000
4	1	89,049	3,976	77,000	97,000
	2	146,155	4,175	135,000	154,000
	3	78,176	4,374	70,000	89,000
	4	88,451	2,756	81,000	94,000
	5	96,352	4,041	83,000	103,000
	6	86,430	7,510	65,000	98,000
5	1	108,708	4,788	95,000	117,000
	2	170,204	4,565	158,000	180,000
	3	97,162	4,411	89,000	108,000
	4	107,035	2,943	99,000	114,000
	5	116,648	3,945	105,000	122,000
	6	105,472	7,102	86,000	117,000
6	1	127,910	5,176	113,000	137,000
	2	194,338	4,949	181,000	204,000
	3	114,796	4,992	103,000	128,000
	4	126,069	2,974	119,000	131,000
	5	136,746	4,117	123,000	146,000
	6	124,352	8,355	102,000	136,000
7	1	146,882	5,424	132,000	156,000
	2	216,648	4,954	203,000	225,000
	3	132,887	5,281	123,000	144,000
	4	145,007	3,190	138,000	151,000
	5	155,873	4,175	143,000	162,000
	6	143,845	8,446	122,000	156,000
8	1	166,090	6,002	150,000	177,000
	2	234,697	1,151	228,000	235,000
	3	152,134	5,413	142,000	165,000
	4	164,201	3,589	155,000	171,000
	5	177,437	4,856	163,000	186,000
	6	164,063	8,527	141,000	176,000
9	1	186,722	6,497	170,000	200,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	172,035	6,413	159,000	185,000
	4	185,465	3,613	177,000	192,000
	5	198,775	4,795	183,000	207,000
	6	183,732	9,472	158,000	196,000
10	1	206,090	5,992	189,000	217,000
	2	235,000	0,000	235,000	235,000
	3	190,225	6,877	177,000	203,000
	4	204,535	3,953	195,000	210,000
	5	217,444	5,146	203,000	228,000
	6	202,958	9,174	178,000	215,000

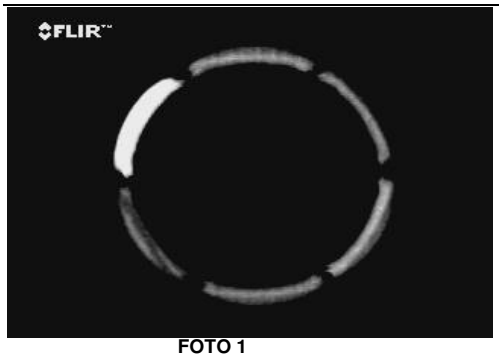


FOTO 1

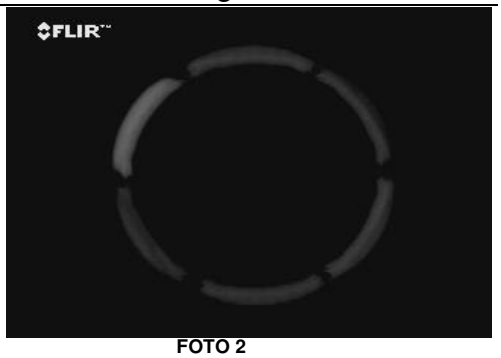


FOTO 2

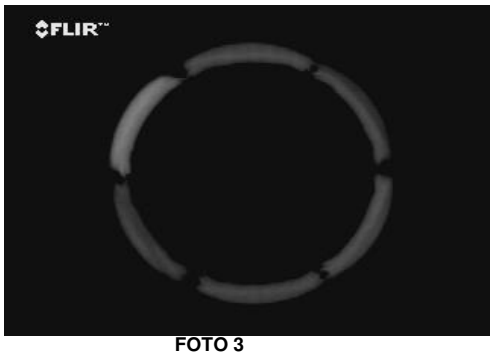


FOTO 3

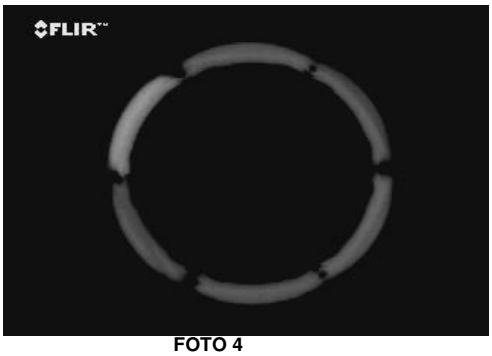


FOTO 4

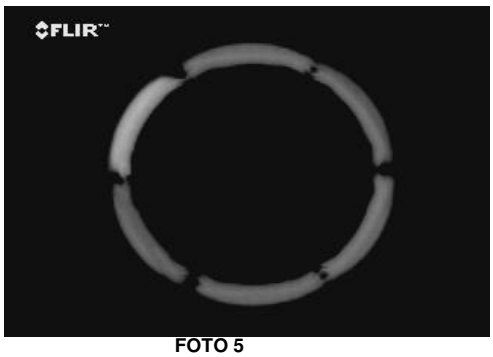


FOTO 5

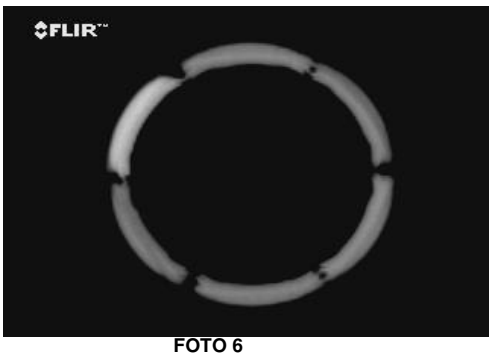


FOTO 6

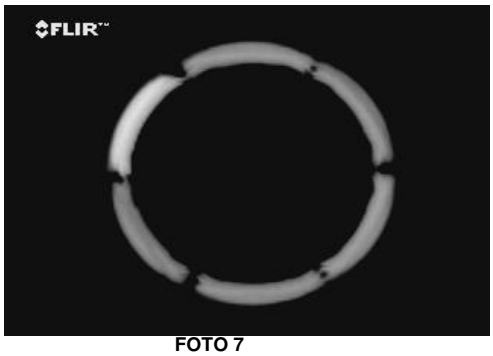


FOTO 7

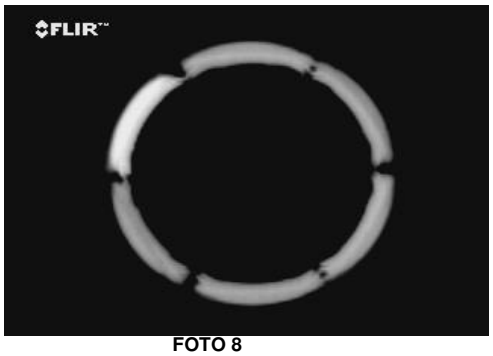


FOTO 8

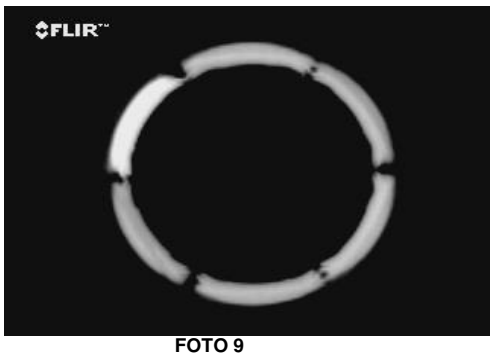


FOTO 9

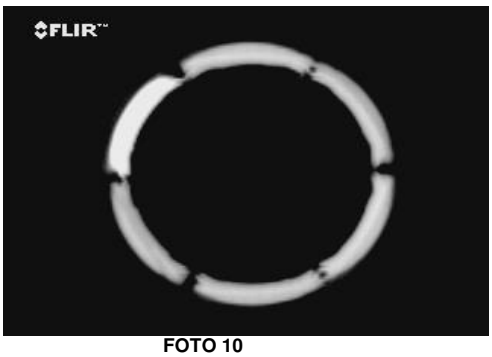


FOTO 10

Fallo en posición 3 (sentido antihorario)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	16,000	0,000	16,000	16,000
	2	16,000	0,000	16,000	16,000
	3	16,000	0,000	16,000	16,000
	4	16,000	0,000	16,000	16,000
	5	16,000	0,000	16,000	16,000
	6	16,000	0,000	16,000	16,000
2	1	16,424	0,751	16,000	20,000
	2	16,585	1,016	16,000	20,000
	3	17,275	1,473	16,000	22,000
	4	16,264	0,656	16,000	20,000
	5	16,099	0,416	16,000	19,000
	6	16,035	0,219	16,000	18,000
3	1	38,264	2,273	32,000	43,000
	2	38,754	1,628	34,000	44,000
	3	42,782	1,584	37,000	47,000
	4	35,035	2,203	29,000	41,000
	5	35,789	2,129	31,000	42,000
	6	33,676	1,856	29,000	38,000
4	1	61,299	2,389	55,000	69,000
	2	63,387	2,242	58,000	69,000
	3	70,690	1,947	66,000	77,000
	4	56,861	2,621	50,000	63,000
	5	58,500	1,883	53,000	64,000
	6	56,408	2,110	52,000	63,000
5	1	83,500	2,494	77,000	89,000
	2	84,746	1,889	80,000	90,000
	3	95,746	2,269	89,000	100,000
	4	77,250	2,725	72,000	85,000
	5	78,796	2,216	73,000	84,000
	6	77,930	1,992	74,000	83,000
6	1	110,986	1,965	107,000	116,000
	2	111,063	2,163	107,000	118,000
	3	128,099	2,167	123,000	134,000
	4	103,153	2,914	97,000	111,000
	5	105,993	2,315	99,000	112,000
	6	103,746	2,174	99,000	110,000
7	1	137,444	2,715	130,000	142,000
	2	137,049	1,991	131,000	142,000
	3	156,437	2,555	150,000	164,000
	4	127,590	3,849	119,000	137,000
	5	129,486	2,693	121,000	137,000
	6	127,472	1,856	121,000	132,000
8	1	163,083	2,556	154,000	168,000
	2	163,028	2,264	158,000	169,000
	3	187,197	3,238	179,000	198,000
	4	152,535	3,953	145,000	160,000
	5	156,014	2,664	148,000	161,000
	6	154,556	1,912	148,000	159,000
9	1	181,861	2,397	175,000	189,000
	2	184,310	2,335	178,000	190,000
	3	211,394	2,760	205,000	218,000
	4	169,549	4,390	159,000	177,000
	5	175,796	3,546	166,000	183,000
	6	173,704	1,891	169,000	178,000
10	1	208,278	2,060	203,000	215,000
	2	209,430	1,933	204,000	215,000
	3	234,979	0,186	233,000	235,000
	4	194,187	5,327	182,000	203,000
	5	200,204	3,847	188,000	207,000
	6	198,451	2,309	194,000	206,000

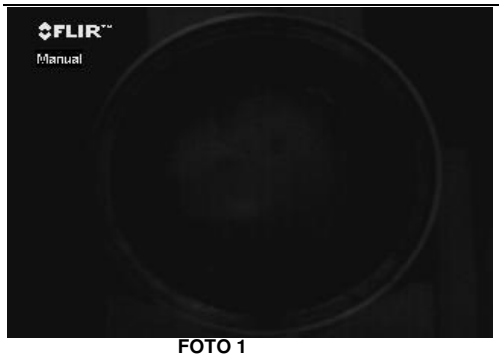


FOTO 1

FOTO 2

FOTO 3

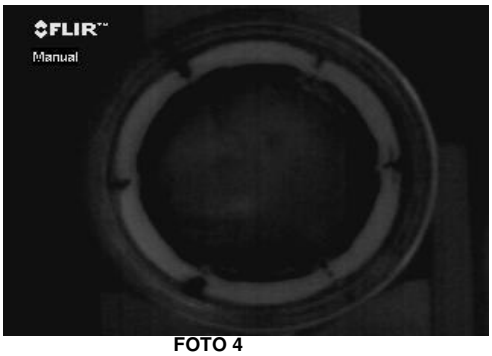


FOTO 4

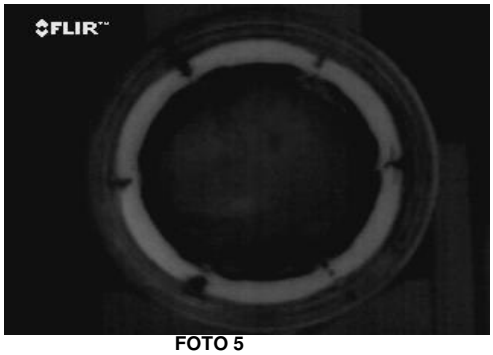


FOTO 5

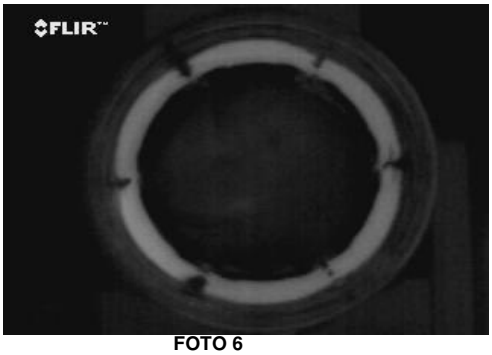


FOTO 6

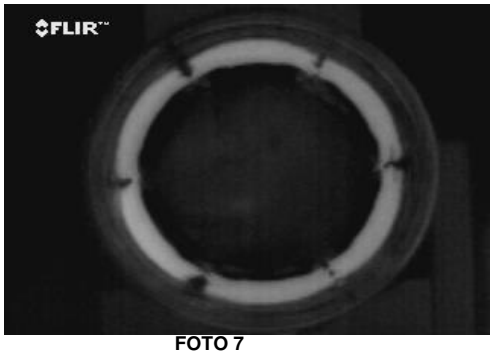


FOTO 7

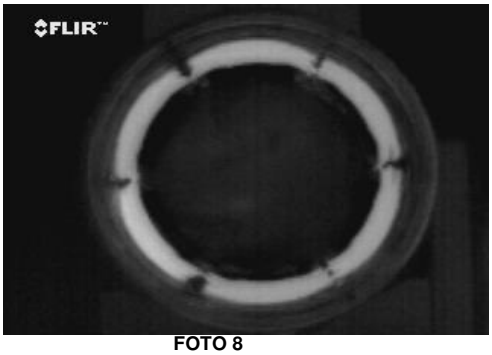


FOTO 8

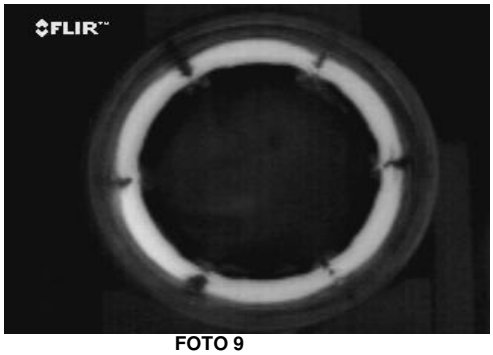


FOTO 9

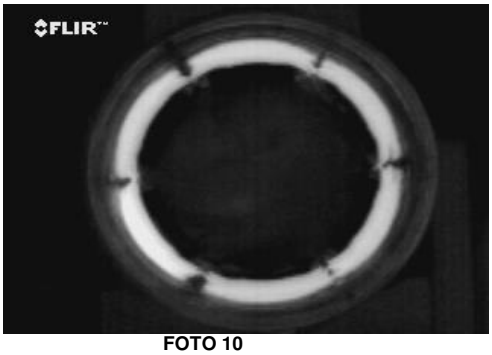


FOTO 10

-Prueba 2-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	125,340	4,084	116,000	133,000
	2	128,923	5,116	121,000	143,000
	3	168,437	2,787	160,000	174,000
	4	122,576	3,820	109,000	133,000
	5	126,775	4,188	111,000	133,000
	6	118,338	8,272	99,000	130,000
2	1	16,000	0,000	16,000	16,000
	2	16,000	0,000	16,000	16,000
	3	35,289	8,946	16,000	53,000
	4	16,000	0,000	16,000	16,000
	5	16,000	0,000	16,000	16,000
	6	16,000	0,000	16,000	16,000
3	1	86,500	3,541	80,000	95,000
	2	89,908	4,071	82,000	99,000
	3	124,239	2,438	118,000	129,000
	4	82,632	3,593	72,000	91,000
	5	85,430	3,593	71,000	91,000
	6	79,845	6,837	65,000	91,000
4	1	102,646	3,271	96,000	110,000
	2	106,296	4,410	98,000	117,000
	3	144,486	2,747	139,000	151,000
	4	97,986	3,149	88,000	105,000
	5	100,535	3,394	88,000	106,000
	6	95,528	6,913	80,000	107,000
5	1	122,472	3,210	114,000	129,000
	2	125,577	4,311	116,000	137,000
	3	166,141	2,757	158,000	173,000
	4	116,396	3,725	105,000	124,000
	5	119,965	3,960	105,000	127,000
	6	113,725	7,421	99,000	126,000
6	1	144,903	3,988	135,000	153,000
	2	148,556	4,570	139,000	161,000
	3	192,592	2,735	185,000	198,000
	4	138,042	3,646	127,000	146,000
	5	142,570	4,148	127,000	149,000
	6	135,585	7,252	119,000	148,000
7	1	163,542	3,666	154,000	172,000
	2	168,021	5,073	158,000	180,000
	3	215,204	2,869	207,000	221,000
	4	155,354	3,417	145,000	163,000
	5	160,711	4,017	147,000	167,000
	6	153,923	7,343	137,000	166,000
8	1	184,326	3,695	173,000	192,000
	2	189,338	5,346	177,000	203,000
	3	234,817	0,688	230,000	235,000
	4	175,771	3,984	164,000	183,000
	5	181,246	4,502	163,000	188,000
	6	174,162	8,283	155,000	187,000
9	1	204,174	4,485	193,000	213,000
	2	208,873	5,143	197,000	221,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	195,507	4,386	184,000	203,000
	5	201,028	4,840	183,000	208,000
	6	193,549	8,285	175,000	207,000
10	1	225,326	4,623	214,000	235,000
	2	229,169	4,644	218,000	235,000
	3	235,000	0,000	235,000	235,000
	4	215,389	4,317	202,000	224,000
	5	221,521	5,136	203,000	231,000
	6	214,486	8,990	196,000	230,000

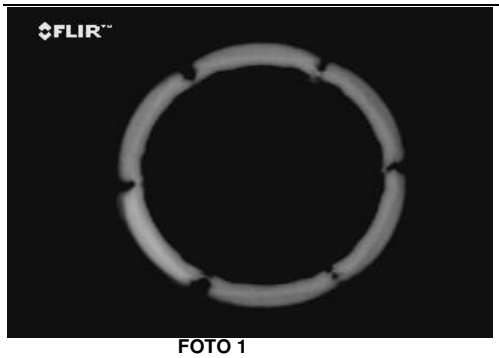


FOTO 1

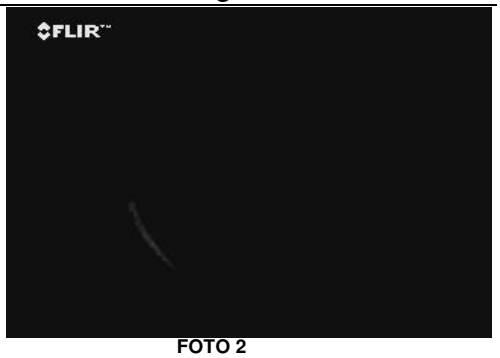


FOTO 2

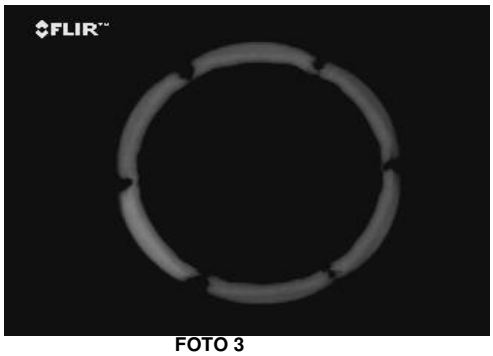


FOTO 3

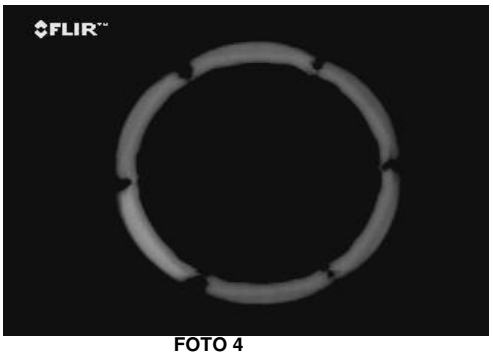


FOTO 4

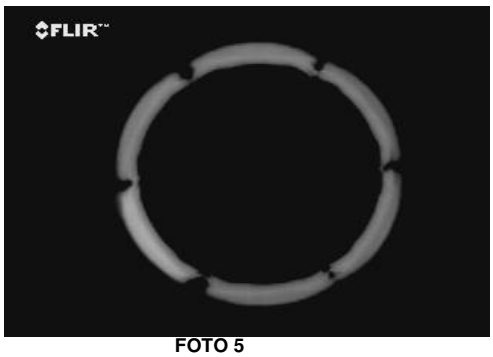


FOTO 5

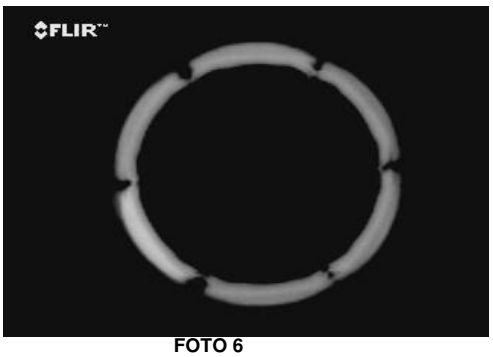


FOTO 6

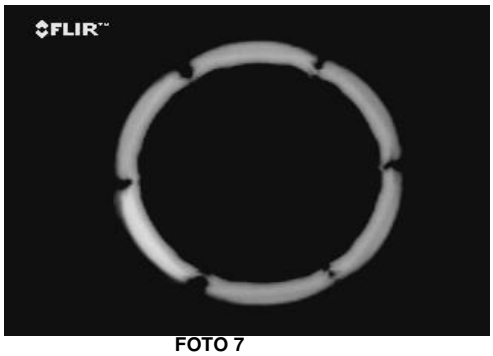


FOTO 7

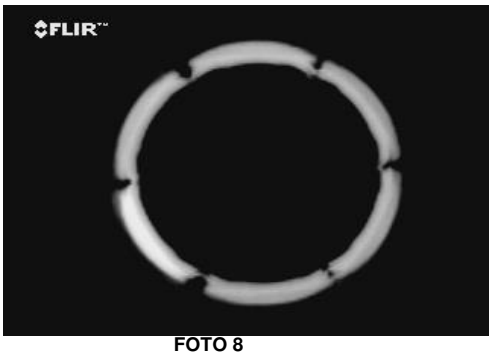


FOTO 8

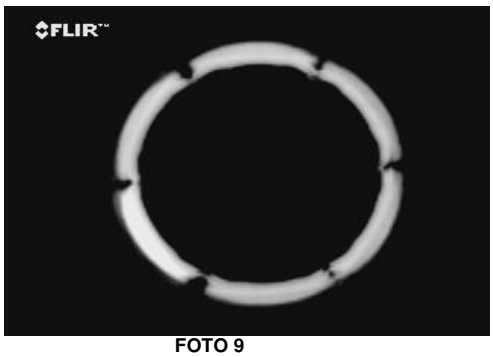


FOTO 9

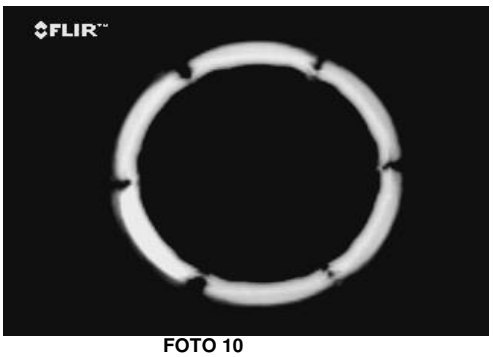


FOTO 10

Fallo en posición 4 (sentido antihorario)

El cliente no ha proporcionado patrón de éste fallo, con lo que no se puede realizar la prueba.

Fallo en posición 5 (sentido antihorario)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	16,000	0,000	16,000	16,000
	2	16,000	0,000	16,000	16,000
	3	16,000	0,000	16,000	16,000
	4	16,000	0,000	16,000	16,000
	5	16,000	0,000	16,000	16,000
	6	16,000	0,000	16,000	16,000
2	1	16,000	0,000	16,000	16,000
	2	16,000	0,000	16,000	16,000
	3	16,000	0,000	16,000	16,000
	4	16,000	0,000	16,000	16,000
	5	16,000	0,000	16,000	16,000
	6	16,000	0,000	16,000	16,000
3	1	18,583	1,865	16,000	25,000
	2	20,282	2,057	16,000	25,000
	3	16,739	1,237	16,000	21,000
	4	17,979	1,734	16,000	22,000
	5	27,824	1,540	25,000	32,000
	6	16,444	0,923	16,000	20,000
4	1	38,819	1,770	34,000	43,000
	2	42,014	1,861	37,000	47,000
	3	36,528	2,384	31,000	41,000
	4	37,347	2,193	30,000	42,000
	5	54,106	2,139	47,000	58,000
	6	36,401	1,903	31,000	41,000
5	1	62,424	2,172	55,000	67,000
	2	67,549	2,108	62,000	72,000
	3	59,993	2,547	53,000	65,000
	4	59,917	3,174	50,000	66,000
	5	83,979	2,442	77,000	90,000
	6	60,458	2,266	53,000	65,000
6	1	82,937	2,045	77,000	88,000
	2	88,817	2,065	83,000	93,000
	3	79,908	2,851	72,000	88,000
	4	79,903	3,740	69,000	88,000
	5	109,563	2,862	100,000	114,000
	6	81,423	2,033	77,000	87,000
7	1	110,486	2,072	102,000	116,000
	2	117,993	2,439	110,000	124,000
	3	106,641	3,216	99,000	114,000
	4	105,687	3,800	97,000	114,000
	5	143,620	3,673	134,000	151,000
	6	108,599	2,093	103,000	114,000
8	1	131,792	2,438	123,000	137,000
	2	140,077	2,699	132,000	148,000
	3	127,817	3,219	120,000	134,000
	4	126,826	4,606	116,000	135,000
	5	169,930	3,946	161,000	178,000
	6	129,880	2,250	124,000	135,000
9	1	159,819	2,720	150,000	166,000
	2	168,803	2,467	161,000	173,000
	3	155,190	3,063	148,000	163,000
	4	153,437	4,887	142,000	162,000
	5	203,937	4,488	193,000	214,000
	6	157,289	1,949	153,000	162,000
10	1	183,201	3,595	169,000	191,000
	2	193,930	2,711	188,000	201,000
	3	177,352	3,513	167,000	184,000
	4	176,153	5,906	163,000	186,000
	5	231,465	4,138	220,000	235,000
	6	180,972	2,347	175,000	186,000

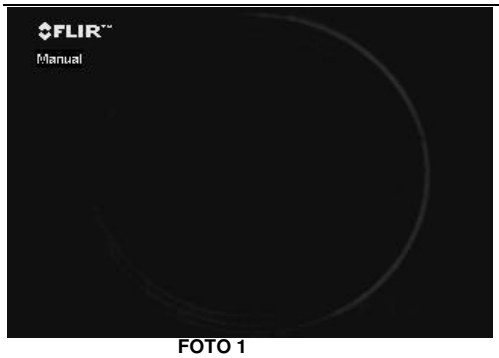


FOTO 1

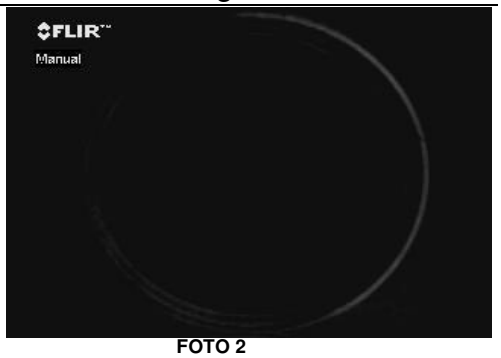


FOTO 2

FOTO 3

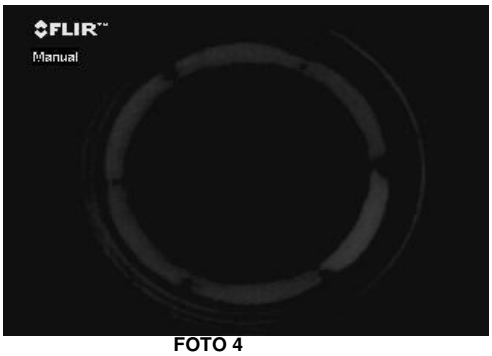


FOTO 4

FOTO 5

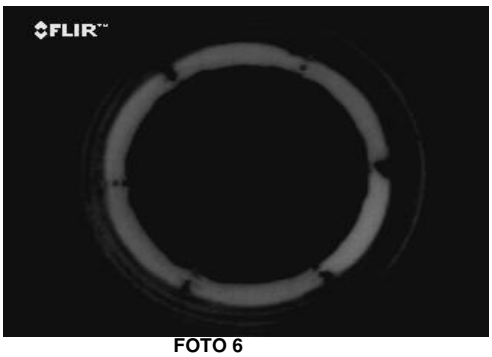


FOTO 6

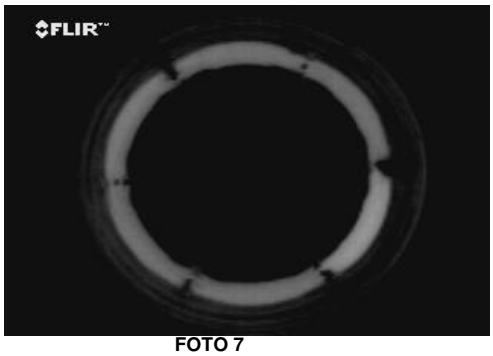


FOTO 7

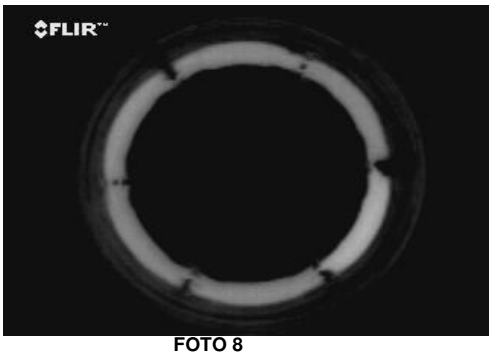


FOTO 8

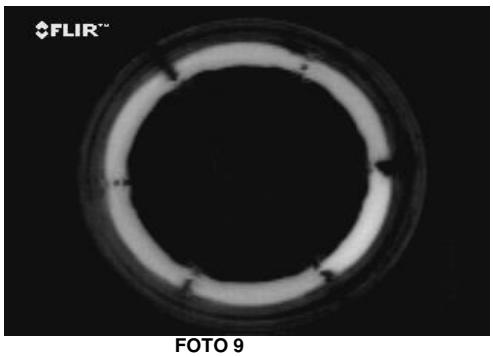


FOTO 9

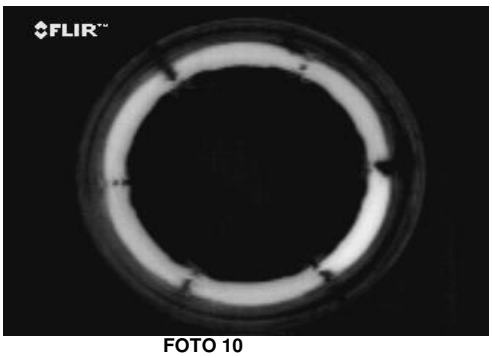


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	66,076	8,913	36,000	82,000
	2	86,577	15,572	47,000	128,000
	3	49,683	12,949	22,000	84,000
	4	88,514	10,010	61,000	111,000
	5	230,718	7,649	200,000	235,000
	6	81,120	20,878	28,000	115,000
2	1	44,451	1,874	37,000	49,000
	2	52,162	4,114	41,000	63,000
	3	40,986	3,325	34,000	50,000
	4	51,264	3,105	44,000	58,000
	5	96,127	4,472	85,000	105,000
	6	49,063	5,774	36,000	57,000
3	1	64,542	2,446	56,000	69,000
	2	72,746	4,144	63,000	83,000
	3	59,289	3,630	51,000	69,000
	4	71,243	3,467	64,000	80,000
	5	120,408	4,959	108,000	129,000
	6	69,493	6,007	55,000	80,000
4	1	86,285	2,344	77,000	91,000
	2	95,380	4,427	82,000	107,000
	3	80,303	3,679	73,000	91,000
	4	92,465	3,360	84,000	101,000
	5	146,613	5,410	133,000	156,000
	6	91,106	6,108	76,000	100,000
5	1	105,181	2,955	94,000	110,000
	2	114,599	4,442	101,000	126,000
	3	98,838	3,437	91,000	107,000
	4	110,792	3,482	101,000	118,000
	5	170,254	5,958	156,000	181,000
	6	109,254	6,132	93,000	118,000
6	1	123,639	3,117	112,000	130,000
	2	134,739	4,947	119,000	147,000
	3	117,190	3,975	110,000	128,000
	4	130,194	3,587	122,000	138,000
	5	195,310	6,548	180,000	209,000
	6	129,106	6,616	112,000	139,000
7	1	141,090	2,833	132,000	147,000
	2	153,106	4,700	139,000	163,000
	3	134,423	4,100	126,000	146,000
	4	146,979	3,879	138,000	154,000
	5	217,070	6,367	203,000	228,000
	6	146,218	6,620	129,000	155,000
8	1	159,333	3,016	147,000	163,000
	2	172,732	5,321	156,000	186,000
	3	152,585	3,940	145,000	163,000
	4	165,299	4,050	154,000	173,000
	5	234,155	2,080	225,000	235,000
	6	165,246	7,134	146,000	175,000
9	1	179,187	3,142	166,000	184,000
	2	192,507	5,760	173,000	206,000
	3	170,577	4,441	162,000	183,000
	4	185,125	4,221	176,000	195,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	184,761	7,636	164,000	197,000
10	1	202,167	3,731	186,000	209,000
	2	215,162	5,824	196,000	231,000
	3	192,662	4,777	184,000	205,000
	4	206,493	4,254	195,000	215,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	207,007	7,417	186,000	218,000

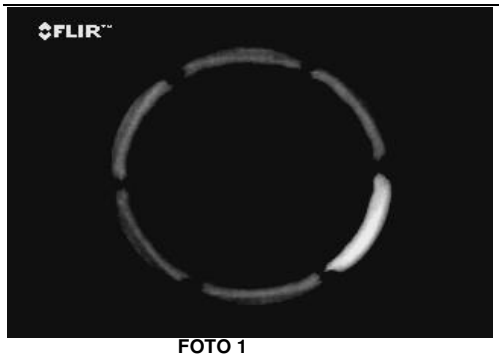


FOTO 1

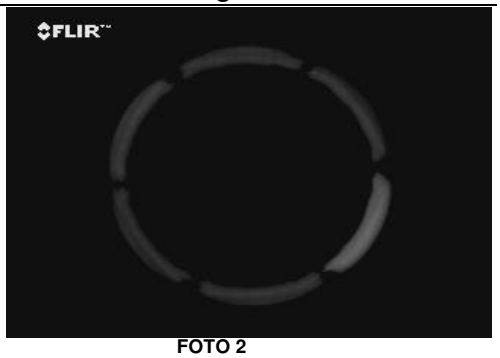


FOTO 2

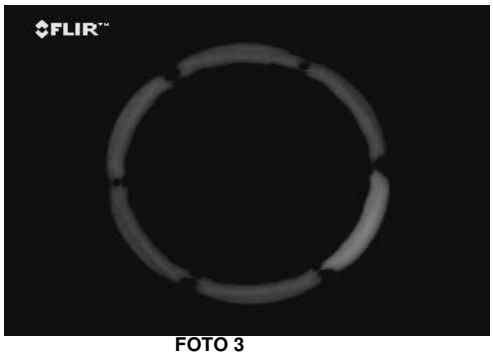


FOTO 3

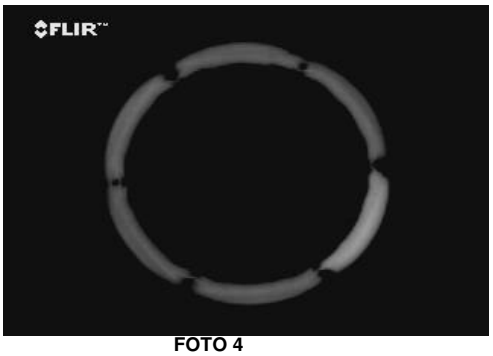


FOTO 4

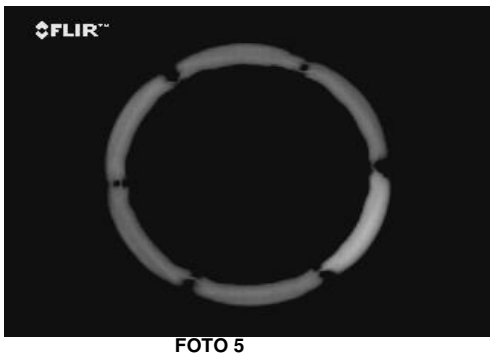


FOTO 5

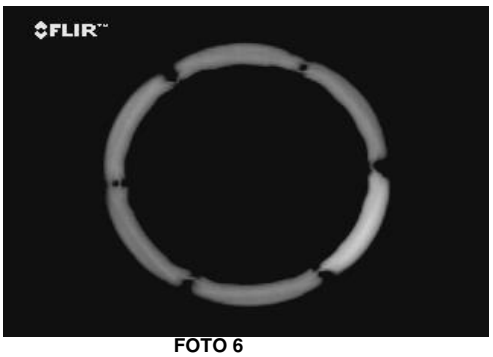


FOTO 6

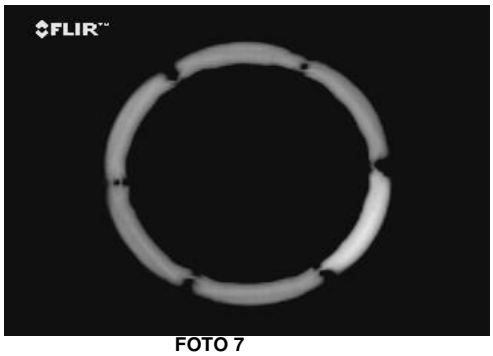


FOTO 7

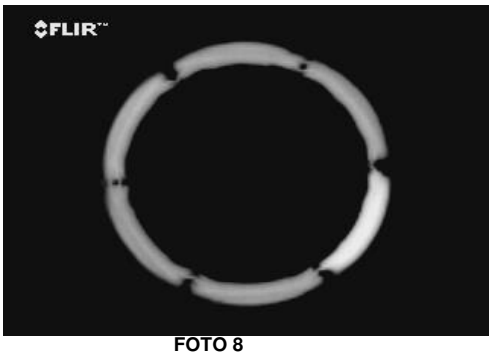


FOTO 8

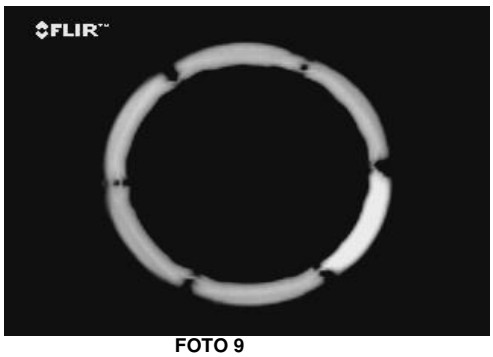


FOTO 9

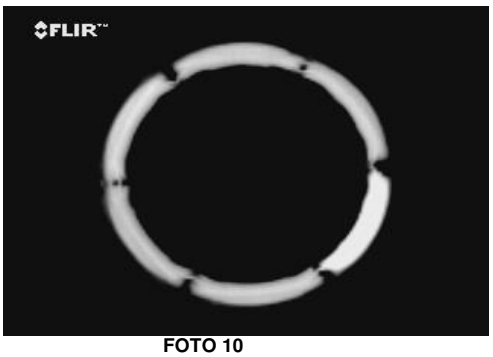


FOTO 10

Fallo en posición 6 (sentido antihorario)

-Prueba 1-

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	19,840	0,948	18,000	22,000
	2	19,148	0,864	17,000	21,000
	3	19,507	1,053	17,000	21,000
	4	20,042	1,117	18,000	23,000
	5	19,754	0,832	18,000	22,000
	6	19,310	0,849	17,000	21,000
2	1	44,653	1,868	37,000	50,000
	2	45,394	2,083	40,000	51,000
	3	43,380	1,834	38,000	49,000
	4	44,715	2,084	40,000	50,000
	5	45,183	1,775	40,000	53,000
	6	48,803	2,127	43,000	53,000
3	1	67,444	2,315	59,000	74,000
	2	68,500	2,129	63,000	74,000
	3	65,014	2,035	61,000	71,000
	4	67,097	2,346	61,000	73,000
	5	68,951	2,147	64,000	75,000
	6	75,465	2,260	70,000	82,000
4	1	88,931	2,621	82,000	95,000
	2	91,704	2,129	87,000	97,000
	3	85,592	2,189	78,000	90,000
	4	87,937	2,439	81,000	94,000
	5	90,310	2,070	85,000	96,000
	6	100,007	1,625	96,000	104,000
5	1	112,500	2,085	106,000	117,000
	2	116,986	2,701	110,000	123,000
	3	109,232	2,525	101,000	115,000
	4	111,257	3,446	104,000	118,000
	5	115,620	2,382	109,000	122,000
	6	130,352	2,127	126,000	137,000
6	1	137,444	2,527	130,000	143,000
	2	142,451	2,747	135,000	148,000
	3	132,944	2,897	126,000	140,000
	4	135,208	3,839	127,000	143,000
	5	140,746	2,812	135,000	150,000
	6	158,599	1,986	154,000	163,000
7	1	162,465	2,664	155,000	168,000
	2	167,901	2,725	161,000	174,000
	3	156,465	3,292	150,000	164,000
	4	159,285	4,166	151,000	168,000
	5	165,648	3,194	159,000	173,000
	6	188,782	2,323	182,000	195,000
8	1	183,167	2,157	176,000	188,000
	2	190,380	3,105	183,000	197,000
	3	177,979	3,789	167,000	184,000
	4	180,208	4,856	169,000	189,000
	5	188,451	3,227	181,000	195,000
	6	213,141	1,882	209,000	217,000
9	1	209,687	2,326	202,000	216,000
	2	216,915	3,489	207,000	225,000
	3	202,782	4,198	191,000	209,000
	4	204,833	4,957	194,000	213,000
	5	213,592	3,517	203,000	220,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
10	1	234,111	1,720	227,000	235,000
	2	234,979	0,186	233,000	235,000
	3	227,345	4,231	216,000	235,000
	4	229,437	5,507	218,000	235,000
	5	234,866	0,642	231,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

FOTO 1

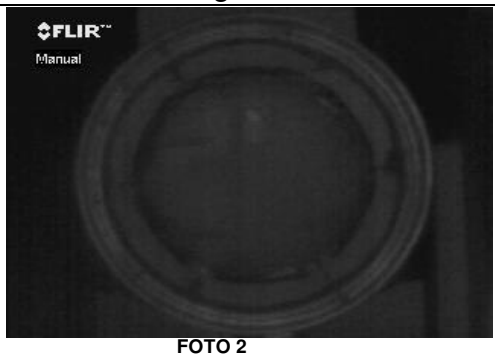


FOTO 2

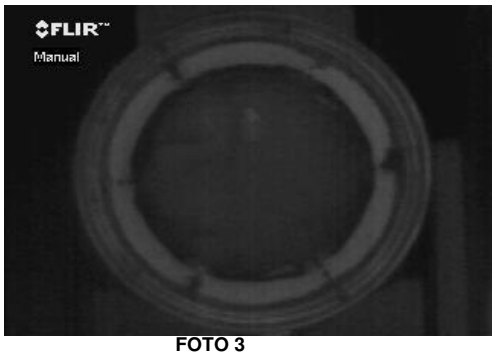


FOTO 3

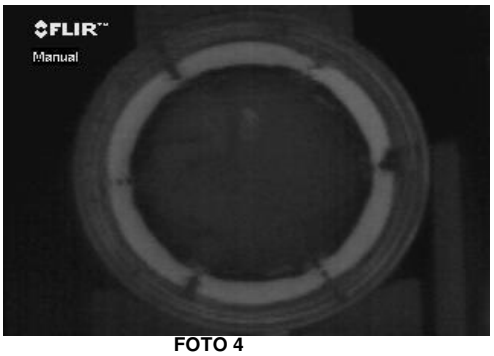


FOTO 4

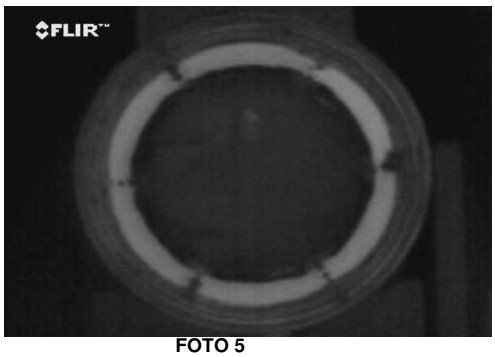


FOTO 5

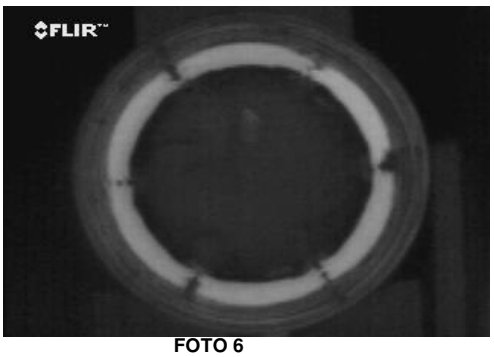


FOTO 6

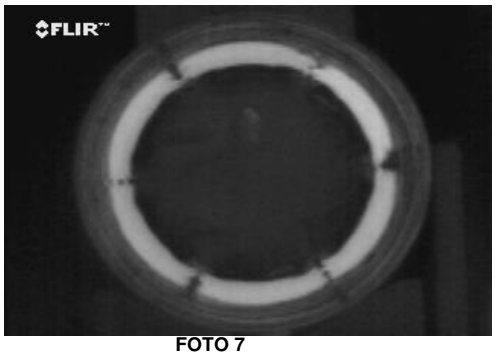


FOTO 7

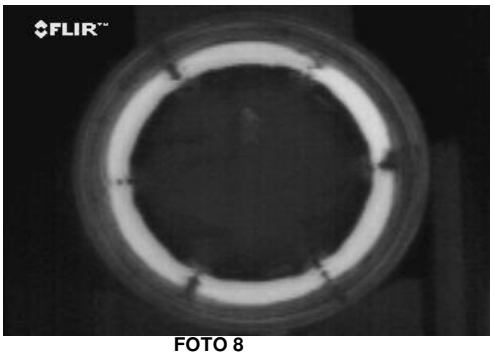


FOTO 8

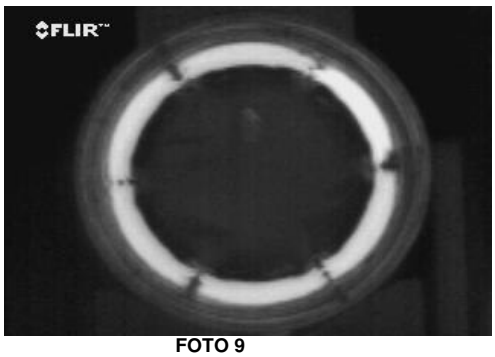


FOTO 9

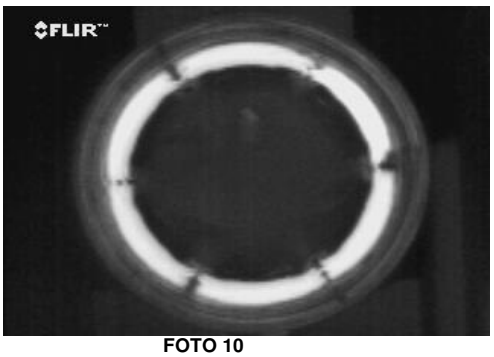


FOTO 10

FOTO	POLO	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	1	203,972	20,217	150,000	235,000
	2	234,331	3,254	207,000	235,000
	3	196,528	31,702	121,000	235,000
	4	233,125	7,095	188,000	235,000
	5	235,000	0,000	235,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
2	1	50,792	2,993	45,000	58,000
	2	63,662	5,909	52,000	76,000
	3	49,423	3,931	41,000	57,000
	4	59,104	3,389	52,000	66,000
	5	67,944	3,346	58,000	75,000
	6	97,690	2,199	92,000	103,000
3	1	68,375	2,710	61,000	73,000
	2	82,606	5,827	70,000	95,000
	3	67,451	4,219	58,000	76,000
	4	77,500	3,498	69,000	89,000
	5	87,500	3,421	77,000	96,000
	6	120,035	2,697	113,000	127,000
4	1	90,910	3,016	84,000	98,000
	2	105,387	5,397	93,000	116,000
	3	88,394	4,169	81,000	99,000
	4	98,993	3,031	90,000	108,000
	5	108,810	3,887	97,000	116,000
	6	145,338	2,865	138,000	150,000
5	1	108,764	3,325	100,000	115,000
	2	125,803	6,587	111,000	140,000
	3	107,394	4,413	99,000	116,000
	4	118,708	3,144	111,000	126,000
	5	130,099	3,999	116,000	138,000
	6	168,176	2,910	159,000	175,000
6	1	126,347	2,797	118,000	134,000
	2	145,613	6,163	133,000	156,000
	3	126,106	4,457	116,000	135,000
	4	137,375	3,389	129,000	146,000
	5	149,831	4,172	136,000	157,000
	6	192,803	3,118	183,000	199,000
7	1	147,437	3,560	138,000	156,000
	2	166,887	6,467	154,000	181,000
	3	146,387	4,519	136,000	154,000
	4	157,431	3,299	149,000	165,000
	5	170,761	4,140	155,000	178,000
	6	217,077	3,035	209,000	225,000
8	1	164,389	3,723	156,000	172,000
	2	185,866	6,438	173,000	199,000
	3	163,134	4,806	154,000	173,000
	4	175,271	3,852	167,000	183,000
	5	189,725	4,460	174,000	198,000
	6	234,817	0,718	230,000	235,000
9	1	182,819	3,943	172,000	192,000
	2	204,859	6,252	192,000	218,000
	3	181,380	5,175	170,000	193,000
	4	193,632	3,947	185,000	202,000
	5	208,324	4,182	193,000	215,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000
10	1	203,410	4,230	192,000	212,000
	2	227,232	6,986	211,000	235,000
	3	202,592	5,094	192,000	212,000
	4	214,312	3,737	206,000	221,000
	5	230,324	4,700	213,000	235,000
	6	235,000	0,000	235,000	235,000

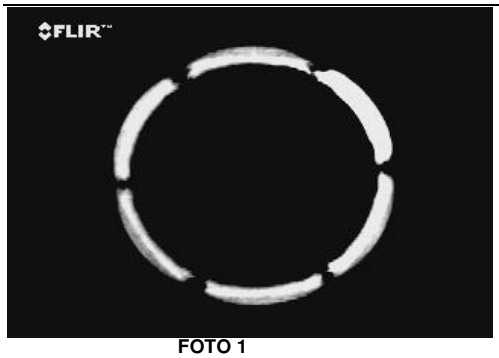


FOTO 1

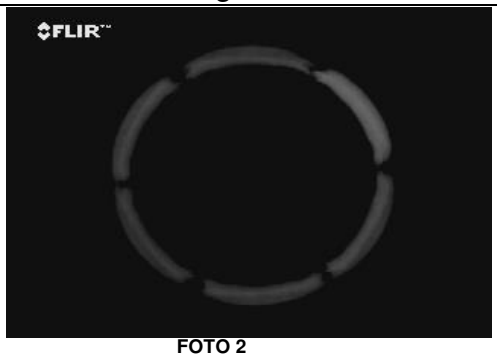


FOTO 2

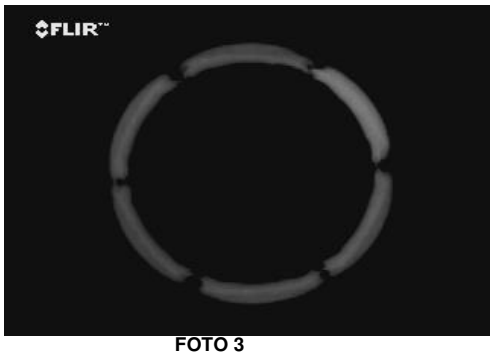


FOTO 3

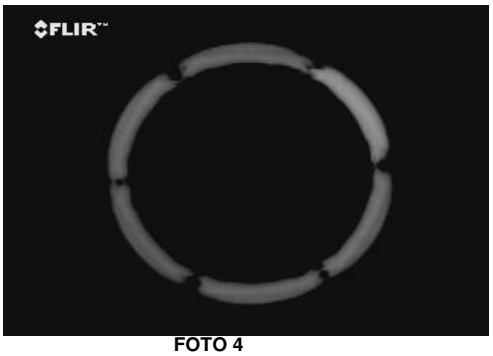


FOTO 4

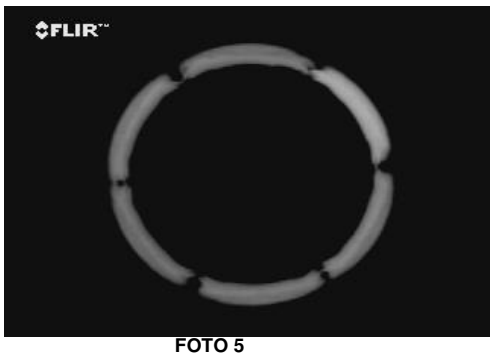


FOTO 5

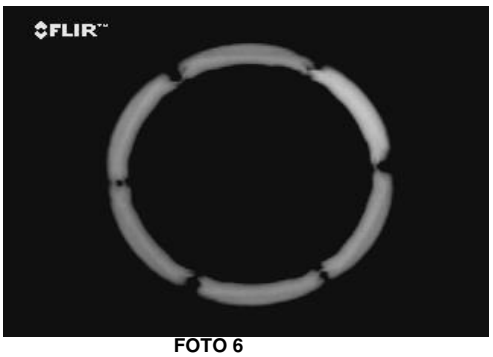


FOTO 6

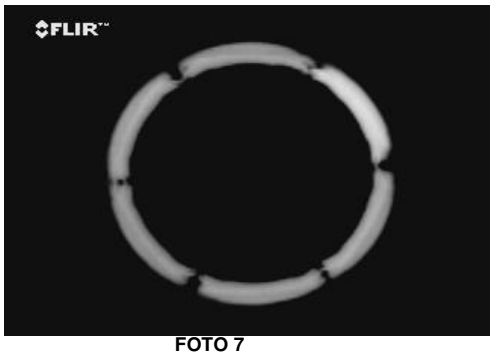


FOTO 7

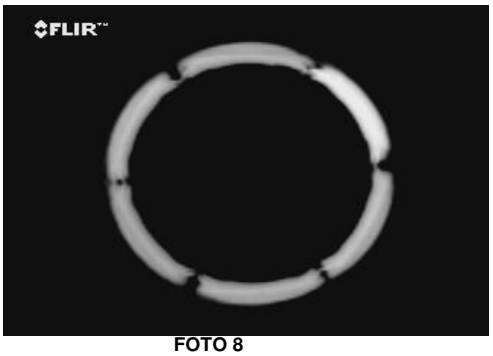


FOTO 8

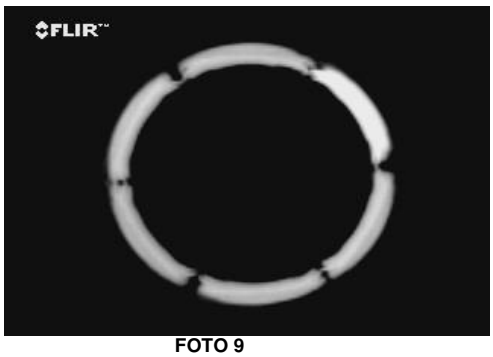


FOTO 9

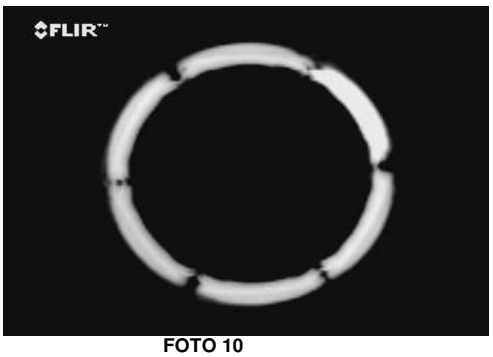


FOTO 10

El resultado de este ensayo también es satisfactorio, comportándose las carcasas asiladas de forma más predecible que las no asiladas y, por tanto, controlándose con mayor facilidad. Se comprueba también que el sistema repite incluso más de dos veces.

Con éste ensayo se da por finalizado el ajuste de los parámetros del software, ya que se ha conseguido cumplir las expectativas más exigentes del cliente: detectar el menor fallo posible (una vuelta menos) en las carcasas inductoras.

08.- CONCLUSIONES

Con este nuevo método de detección de fallos somos capaces de detectar el menor fallo posible (una vuelta cortocircuitada) mientras que con el método actual sólo somos capaces de detectar fallos de más de tres vueltas cortocircuitadas, con lo que la mejora en la calidad de la pieza aumenta considerablemente.

Se consigue, por tanto, el objetivo inicial del proyecto de construir un banco de prueba final para el proceso de fabricación de carcasas inductoras.

Sin embargo, cabe destacar las principales barreras a las que he tenido que enfrentarme. El principal problema, y que más tiempo ha supuesto desde el punto vista de repetición de pruebas, ha sido el del cambio de condiciones por parte del cliente. Así, la condición de que el sistema debía funcionar para carcasas recién salidas del horno y, por tanto calientes, se podía haber tenido en cuenta desde el principio, y ahorrar una serie de pruebas y conclusiones que después no han sido útiles.

Otro problema ha sido el de la repetitividad del sistema, ya que al modificar la propia prueba la temperatura de la pieza, las condiciones iniciales de ésta en una segunda prueba son diferentes a las de la primera prueba. Este punto quizás sea sobre el que, en un hipotético trabajo continuo sobre la máquina propuesta, se pudiera incidir para mejorar la máquina.

Personalmente, la realización del proyecto me ha supuesto un aprendizaje a varios niveles. Por una parte, la utilización de un Software como LabView ha ampliado mi visión en el campo de la programación, pasando de utilizar lenguajes de bajo nivel a uno de muy alto nivel, en el que las subrutinas para gestionar periféricos vienen ya dadas por los propios fabricantes, y la complejidad reside no tanto en la gestión de cada periférico sino en la de todo el sistema.

Por otro lado, el uso de la visión artificial mediante termografía ha hecho que obtenga conocimientos sobre óptica y espectro visual, tratamiento de imágenes vía Software y aplicación de filtros digitales.

Otro campo en el que he tenido que investigar ha sido el de las comunicaciones de Hardware, ya que para que todo el sistema estuviera interconectado he tenido que utilizar los puertos de comunicación GPIB y Fireware. Esto ha venido impuesto por la comunicación utilizada por cada fabricante, siendo la programación de cada puerto donde residió la complejidad. Además, las diferentes señales necesarias para el funcionamiento de la máquina se trataron mediante una tarjeta de adquisición de datos, con lo he tenido que utilizar la programación para el tratamiento de información.

Para llevar a cabo todo el trabajo de pruebas ha sido necesario fabricar utillaje, que previamente he tenido que diseñar y plasmar en planos. Esto me ha permitido poner en práctica los conocimientos de Dibujo Técnico.

Sin embargo, el mayor desafío ha sido enfrentarme a un proyecto en el que era necesario trabajar sobre diferentes aspectos, como programación en un nuevo lenguaje, utilización de hardware nuevo, diseño de piezas, etc. Todo ello para llevar a cabo un estudio que diera como resultado un nuevo método de detección de piezas defectuosas, totalmente diferente al utilizado hasta ahora. Este proyecto ha supuesto un reto perfecto para culminar los estudios, con el que he podido constatar que puedo llevar a cabo soluciones industriales a problemas reales.

09.- REFERENCIAS

Robert Bosch Global Net (2014), Bosch GmbH

ThermoVision™ A20M, Manual de Usuario (2004), FLIR Systems

Service Manual, GPIB DC Power Supplies (2002), Agilent Technologies

Operating Guide, GPIB DC Power Supplies (2005), Agilent Technologies

Programming Guide, GPIB DC Power Supplies (2001), Agilent Technologies

http://www.ni.com/download-labview/esa/ (2014), National Instruments