



Sistema de inspección por rayos X en tiempo real XR 4000

Manual de operación

Rev A-3-2001-PRM

Ref. 5050-0516



PACE USA

9030 Junction Drive
Annapolis Junction, MD 20701
EE.UU.

Tel: (301) 490-9860
Fax: (301) 490-0193

PACE Europe

Sherbourne House,
Sherbourne Drive
Tilbrook, Milton Keynes
MK7 8HX
Reino Unido

Tel: (44) 1908 277666
Fax: (44) 1908 277777

1. Información de seguridad del XR 4000

IMPORTANTE: LEA ESTO PRIMERO

Es fundamental que el operador del XR 4000 lea y comprenda las siguientes advertencias de seguridad **ANTES** de utilizar el aparato.

El XR 4000 está diseñado para proporcionar un funcionamiento seguro y eficaz. Sin embargo, los equipos que producen radiación ionizante (rayos x) deben considerarse peligrosos y en consecuencia recibir un tratamiento acorde. Al utilizar este equipo, observe lo siguiente:

- PACE recomienda encarecidamente que todo el mantenimiento sea realizado por un técnico de servicio cualificado.
- El tubo de rayos X del XR 4000 produce alta tensión de hasta 70.000 voltios. De ninguna manera deberá desmontarse o modificarse la carcasa, bajo riesgo de sufrir una fuerte descarga eléctrica.
- El XR 4000 está diseñado para proporcionar una protección antirradiación segura. De todos modos, tenga siempre presente que la radiación ionizante (rayos X) puede constituir un peligro claro si no se emplea siguiendo estrictamente las instrucciones que se facilitan en este manual para máxima seguridad del operador.
- La exposición a cantidades excesivas de radiación puede ser peligrosa para la salud. Evite no solo la exposición a la radiación directa, sino también la radiación secundaria o dispersa que se produce cuando un haz de rayos X impacta o atraviesa un material cualquiera.
- No introduzca ninguna parte del cuerpo en la cámara de inspección mientras los rayos X están encendidos. Si bien el XR 4000 funciona con una dosis de rayos X sumamente baja, debe evitarse toda exposición innecesaria a la radiación. Si un objeto se atasca o se introduce en la zona de inspección, antes de proceder a extraerlo de la cámara de inspección, debe desconectarse la alimentación del XR 4000.
- PACE recomienda encarecidamente que todo el personal que utilice el XR 4000 lleve puesto un dosímetro de radiación. Vea la Sección 15. Esta tarjeta registra un historial de exposición del operador y actúa a modo de recordatorio permanente al operador para que tenga precaución y emplee hábitos de trabajo seguros al utilizar el XR 4000.
- La dosis de exposición a la radiación que reciba el personal que trabaje con equipos de inspección por rayos X no debe sobrepasar los límites establecidos en los reglamentos locales en materia de radiación ionizante.

- Deben colocarse de forma visible señales y símbolos de advertencia en las proximidades del XR 4000, alertando de la posibilidad de exposición a rayos X. Las luces y señales de advertencia que hubiera se deberán revisar antes de utilizar el XR 4000.
- Los circuitos eléctricos del XR 4000, aunque encerrados para seguridad del operador, deben considerarse como un peligro potencial. Es fundamental cumplir fielmente las medidas de seguridad relativas a funcionamiento y mantenimiento. Debe utilizarse en todo momento una puesta a masa adecuada.
- Antes de utilizar el XR 4000, todo el personal designado o autorizado para utilizar la unidad, así como los encargados de supervisar su uso, deben poseer conocimientos plenos de su funcionamiento. Más aún, deben estar familiarizados con las prácticas de seguridad sobre exposición a radiación establecidas, aprobadas en el Manual de la Asociación Nacional de Normalización, "Protección contra rayos X" HB93, sobre protección contra rayos X.
- El personal de servicio debe leer este manual y familiarizarse con su contenido antes de proceder a ajustar o reparar el equipo.

2. Información de seguridad antirradiación

Reglamentos federales, estatales y locales en materia de radiación (sólo EE.UU.)

Este sistema de rayos X en armario ha sido diseñado de conformidad con los requisitos de los EE.UU. y de la Administración para alimentos y medicinas (FDA, Food and Drug Administration), como se hace constar en el Código de reglamentos federales, Título 21 (21CFR). Estos requisitos (a menudo conocidos como reglamentos CDRH o BRH) regulan el diseño y la fabricación de todos los equipos que generan radiación ionizante. Dichos equipos incluyen televisores y hornos microondas, así como sistemas de rayos X en armario. De hecho, la emisión de radiación máxima permitida para sistemas de rayos X en armario es la misma que la establecida para televisores y hornos microondas. Por tanto, en cuanto a emisión de radiación se refiere, un sistema de rayos X en armario sometido a un uso y mantenimiento adecuados es tan seguro como un televisor o un horno microondas.

Advertencia: el incumplimiento de las siguientes advertencias podría resultar en exposición a la radiación.

- No utilice el sistema de rayos X a menos que todos los componentes y propiedades del sistema estén en buen estado.
- No intente extraer ningún componente del sistema o anular ninguna función del sistema.

El diseño del sistema incorpora varias propiedades que proporcionan seguridad antirradiación. Los mandos (incluidos los botones conmutadores), la circuitería de control, los componentes emplomados (incluidas las ventanas acrílicas emplomadas), las barreras físicas, los enclavadores y los indicadores de estado y advertencia contribuyen a la seguridad antirradiación.

La Administración Federal de Aviación (FAA, Federal Aviation Administration), Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo (OSHA, Occupational Safety and Health Administration), los organismos de la mayoría de los estados y algunos locales normalmente tienen normas específicas sobre seguridad y limitaciones operativas en relación con la modificación de sistemas de rayos X que se ajustan a 21CFR (anteriormente mencionado).

Normalmente, un sistema de rayos X debe estar registrado en el organismo del estado competente, y debe hacerlo el poseedor físico del sistema, con independencia de quien sea el propietario legal. A menudo, el registro se realiza antes de que el sistema de rayos X entre en servicio. Los reglamentos pueden exigir que un organismo público o un proveedor cualificado realice inspecciones iniciales y periódicas. También pueden exigir la puesta en práctica de procedimientos operativos normalizados, formación especializada, la distribución y uso de tarjetas de control de exposición, y la colocación de advertencias de exposición a la radiación y otros avisos especiales. Los requisitos de seguridad antirradiación pueden variar ligeramente de una jurisdicción a otra. **Los usuarios son responsables de cerciorarse de que el sistema de rayos X se instale y funcione con arreglo a todos los reglamentos administrativos correspondientes.** Su incumplimiento podría resultar en sanciones considerables.

3. Pautas de seguridad antirradiación

Para garantizar la salud y seguridad del operador y demás personas que se hallen en las proximidades del equipo de inspección por rayos X, se recomienda la observancia de las siguientes pautas con objeto de establecer un programa básico de seguridad antirradiación.

Nota: Los organismos federales, estatales y locales pueden contar con reglamentos más estrictos en materia de funcionamiento y uso de equipos generadores de radiación ionizante (rayos X). Los reglamentos de estos organismos prevalecen sobre las recomendaciones del fabricante.

1. En todo momento deberá conservarse una copia de las instrucciones de funcionamiento en la máquina.
2. El personal a cargo del funcionamiento del equipo deberá estar cualificado en el funcionamiento correcto y seguro de la máquina.
3. Cada cierto tiempo deben realizarse mediciones de radiación para constatar que el nivel de radiación emitido por la máquina es inferior a 0,5mR/hora. Se recomienda realizar una medición de radiación en los siguientes casos:
 - Una vez concluida la instalación inicial: antes de poner en servicio el sistema de rayos X.
 - Cada vez que el sistema de rayos X se cambie de ubicación.
 - Cada vez que el sistema de rayos X reciba una sacudida fuerte (p.ej. que caiga desde una altura superior a 3 cm o que reciba un golpe suficientemente fuerte como para abollar o deformar el armario exterior).
 - Cada vez que se retire un componente emplomado (como el generador de rayos X, la protección, las cortinas del túnel de inspección, la cubierta del colimador o el LXDA) por cualquier motivo o periodo de tiempo.
 - Anualmente, a partir de la fecha de la medición de radiación más reciente.
4. Todos los mandos e indicadores deben revisarse a diario para comprobar que funcionan correctamente.
5. No utilice el sistema de rayos X si no se encuentra en buen estado. No intente retirar o anular ningún mando (p.ej. los pedales y botones conmutadores), enclavador, indicador de estado, componente emplomado (incluidas las cortinas del túnel de inspección) o barrera

física. En caso de fallo o rotura, estos elementos sólo podrán ser repuestos por un técnico de servicio cualificado con piezas homologadas por la fábrica.

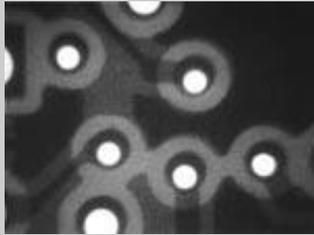
6. La revisión del equipo debe ser realizada o supervisada únicamente por personal capacitado de PACE.

Muchos usuarios prefieren repartir dosímetros antirradiación de forma periódica para garantizar a los empleados que no están expuestos a niveles importantes de radiación y para reafirmar que las emisiones de radiación se encuentran muy por debajo de los umbrales establecidos.

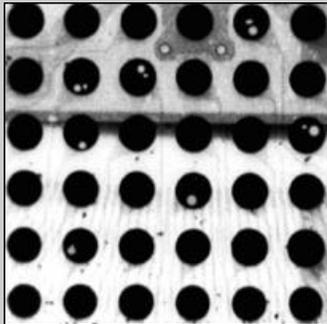
4. Formación sobre seguridad antirradiación

PACE puede impartir cursos de formación sobre funcionamiento y seguridad antirradiación (o facilitar referencias de quiénes lo pueden hacer) para asegurar que el centro en cuestión cumple todos los reglamentos estatales y federales en materia de radiación.

5. Funcionamiento



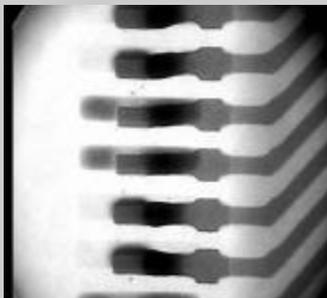
Placa desnuda
Desviación
orificio/alfombrilla



Vaciado BGA



Componente emplomado
No coplanaridad



Componente emplomado
Aperturas

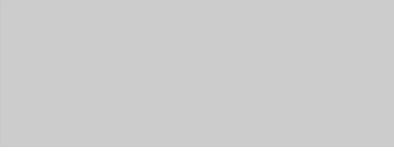
XR 4000

El Sistema de inspección en tiempo real XR 4000 es una herramienta eficaz para el control de calidad y verificación de procesos de todos los aspectos de la fabricación de microelectrónica. El XR 4000 ofrece inspección por rayos X rápida y en tiempo real para entornos de producción y de retrabajo. Su diseño de consola autónoma permite personalizarlo fácilmente para múltiples aplicaciones, como PCB multicapas, perforación de pequeños orificios, grandes planos posteriores y montajes con componentes avanzados, como BGA y encapsulados a escala chip.

En aplicaciones de placa desnuda, se puede utilizar para comprobar si existe desplazamiento entre las capas y desvío entre el orificio perforado y la alfombrilla. La inspección se realiza después de la laminación, para determinar la presencia y el grado de los desplazamientos entre capas. Al inicio de la perforación convencional o pequeña, la inspección sirve para calificar la alineación entre el orificio y la alfombrilla. Además de mejorar la calidad del producto, la inspección por rayos X permite a los usuarios ahorrar en costes mediante la eliminación de placas defectuosas al principio del proceso de producción. También se puede emplear en tareas de control de calidad de placas procedentes de proveedores o clientes para detectar defectos antes de que surjan problemas.

Con componentes de instalación superficial, se utiliza para verificar la coplanaridad de conductores/alfombrillas, cortos, aperturas y la calidad de la unión de soldadura. Se puede usar para comprobar la existencia de daños en resistencias y condensadores así como en circuitos integrados (IC), y verificar los ajustes durante los procesos de colocación y reflujo.

Con los BGA, el XR 4000 puede utilizarse para comprobar todos los defectos potenciales, como: cortos, aperturas, registro defectuoso, falta de mojado, vacíos de



la bola de soldadura y delaminación. Los rayos X se utilizan para comprobar la existencia de encapsulados avanzados en perfiles de reflujo correcto y para controlar el proceso de retrabajo.

6. Montaje

A XR 4000 como estación de inspección autónoma

Coloque el XR 4000 en un lugar que no estorbe y no sufra daños. Las imágenes pueden visualizarse en un monitor, en el PC del XR 4000, o en uno de los sistemas de retrabajo BGA de PACE, según la opción adquirida.

Familiarícese con la parte posterior del XR 4000. Observe que el sistema de 115 V tiene una cinta múltiple montada en la parte posterior para conectar el PC, el monitor de vídeo u otros accesorios.

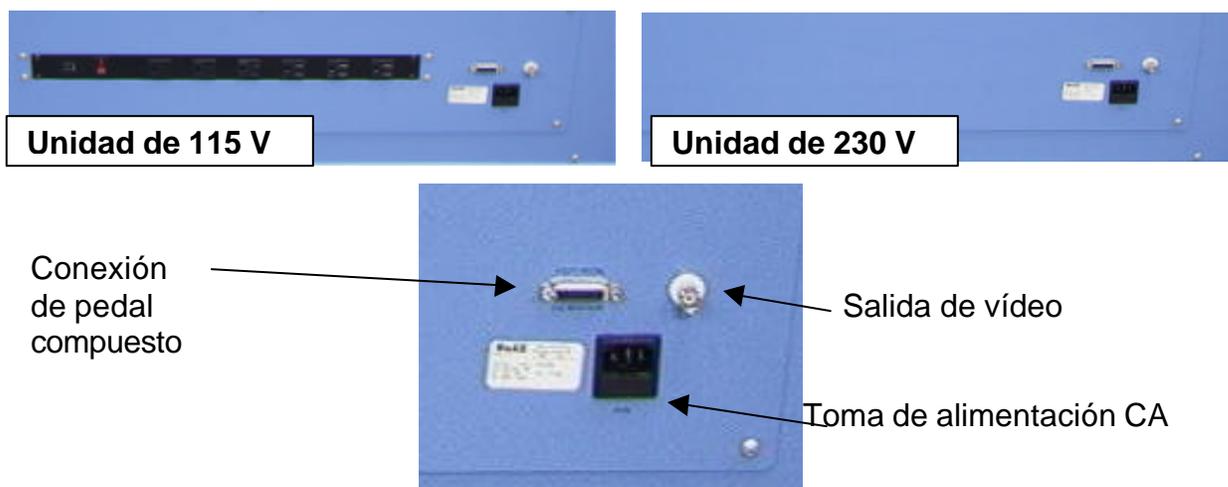


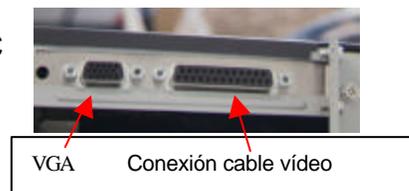
Figura 1. Parte posterior del XR 4000

Localice el pedal, el cable de vídeo compuesto y el cable de alimentación. Deben conectarse como se muestra en la Figura 1. El cable de alimentación debe conectarse a una fuente de alimentación de 120 V CA con la correspondiente puesta a tierra.

A-1. **Si se adquirió el paquete de PC**, en primer lugar, instale los bastidores de montaje del PC en el lateral del XR 4000 como se indica. A continuación, monte el PC en el lateral del XR 4000 como se muestra en las figuras de la derecha.



En la parte posterior del PC, localice la tarjeta de captura de vídeo y conecte el cable de entrada de vídeo suministrado. Enchufe uno de los conectores B/C



a la salida de vídeo situada en la parte posterior del XR 4000. El cable BGA debe enchufarse al conector VGA de la tarjeta de captura de vídeo por un lado, y al monitor LCD, por otro.

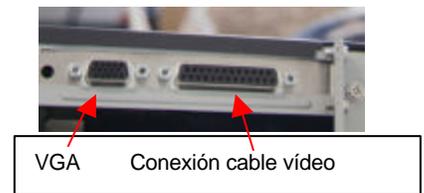
A-2. **Si se adquirió un modelo sin PC**, la salida de vídeo de la parte posterior de la unidad debe conectarse a la entrada de vídeo lateral del monitor LCD utilizando el adaptador suministrado.

El monitor que se emplee para ver las imágenes puede colocarse en la superficie de trabajo junto al XR 4000 o bien se puede instalar encima del XR 4000 utilizando el bastidor para monitor suministrado. **ANTES DE ABRIR EL XR 4000, RETIRE EL MONITOR LCD**, de lo contrario el monitor podría resultar dañado.

B XR 4000 con el centro de retrabajo BGA/CSP TF 3000

Coloque el XR 4000 cerca del TF 3000 para poder conectar el cable de vídeo compuesto al PC. Localice el pedal, el cable de vídeo compuesto y el cable de alimentación. Deben conectarse cómo se indica en la figura 1.

El otro extremo del cable de vídeo compuesto debe conectarse a una de las entradas de vídeo compuesto libres que hay en el conector instalado en el puerto de entrada de vídeo de la tarjeta de captura de vídeo.



7. Encendido inicial y prueba de funcionamiento del XR 4000

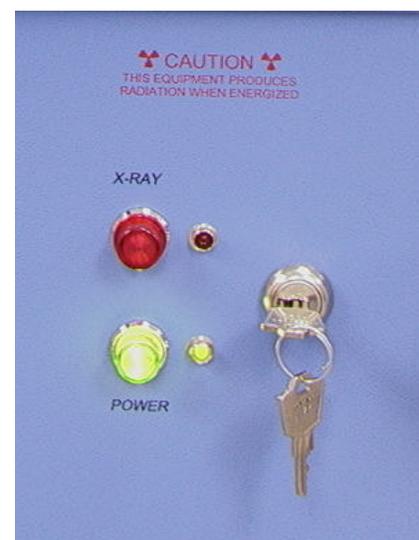
- A. El XR 4000 puede emplearse como sistema de armario cerrado con manipulador de la PCB o bien se pueden deslizar PCB muy largas por las aperturas protegidas con vinilo emplomado. En cualquiera de los casos, la tapa del **XR 4000 DEBE ESTAR CERRADA Y BLOQUEADA** antes de poner la unidad en funcionamiento. Se ha instalado un enclavador en la máquina que impide el uso de ésta si la tapa no está cerrada y el enclavador acoplado. Además, el panel de acceso delantero, que puede elevarse para acceder al armario al colocar una PCB en el manipulador de PCB, **DEBE ESTAR CERRADO** para que la unidad pueda funcionar. Se ha instalado un enclavador en el panel de acceso que impide el uso de éste si el panel no está cerrado y el enclavador acoplado.



Enganche en posición cerrado

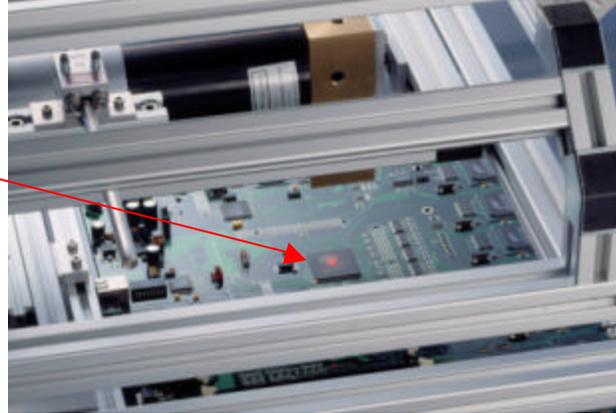
- B. El panel de control del XR 4000 es un panel retráctil situado a la derecha del sistema. Cerciórese de que el panel de control está abierto antes de utilizar el sistema. Para obtener información detallada sobre el panel de control del XR 4000, vea la Sección 8.
- C. Antes de realizar los siguientes procedimientos, el sistema se debe instalar completamente siguiendo las instrucciones de la sección Instalación del sistema.

1. Para encender el sistema, gire la llave hasta la posición ON. La llave es necesaria para encender el sistema y no se puede quitar salvo que se vuelva a situar en la posición OFF de apagado. El piloto verde del sistema se iluminará igualmente cuando se accione la llave.
2. Cerciórese de que no hay nada dentro de la cámara de inspección y pise y mantenga pisado el pedal. La imagen del PC o del monitor de vídeo adquirirá un aspecto brillante, ligeramente granuloso. Ésta es la imagen de rayos X en blanco.
3. Suelte el pedal y la imagen desaparecerá.



4. Pise el pedal de nuevo y observe ahora el panel frontal. El piloto rojo “x-ray on” (rayos X activado) se iluminará y permanecerá iluminado mientras tenga pisado el conmutador de pedal. Suelte el pedal.

5. Coloque un componente (como una tarjeta de circuito) dentro de la cámara de inspección directamente debajo del tubo de rayos X. Un indicador LED rojo ayudará a localizar el componente situado debajo del cabezal de rayos X.



6. Pise y mantenga pisado el conmutador de pedal.

Aparecerá la imagen de rayos X del componente.

7. Utilice el manipulador de la PCB para mover ésta de forma que el componente objeto de inspección quede justamente debajo del cabezal de rayos X, mientras pisa el conmutador de pedal. La imagen se moverá con el componente. La imagen mostrará una estela detrás del componente, que desaparecerá cuando éste se deje de mover. Esto es normal, es una función del procesador de imágenes. El procesador de vídeo que incorpora el sistema está prefijado en un promedio de 8 cuadros. La media hace que la imagen de rayos X sea menos granulada y puede ajustarse para que mejore la calidad de imagen a costa de incrementar el retardo de movimiento. Para obtener más información, consulte la sección sobre el procesador de imágenes.

8. Las imágenes pueden capturarse de forma electrónica cuando el XR 4000 se utiliza con el XR 4000 PC, TF1500 PC o TF 3000 PC.

El sistema ya está listo para su uso. Para posteriores ajustes, consulte las secciones de cada componente más adelante en este manual.

8. Propiedades de ajuste del XR 4000

A. Introducción

El XR 4000 incorpora una cámara de rayos X XRTV Zoom. El aumento del zoom de la cámara puede oscilar entre 7x y 40x. El botón de memoria se puede utilizar para almacenar un valor de aumento y volver a él rápidamente.

La cámara de rayos X XRTV Zoom emplea las tecnologías más avanzadas de servocontrol y microprocesador para generar imágenes nítidas de alta resolución en cualquier aumento. La cámara controla y ajusta automáticamente los parámetros de enfoque y exposición.

B Panel de control

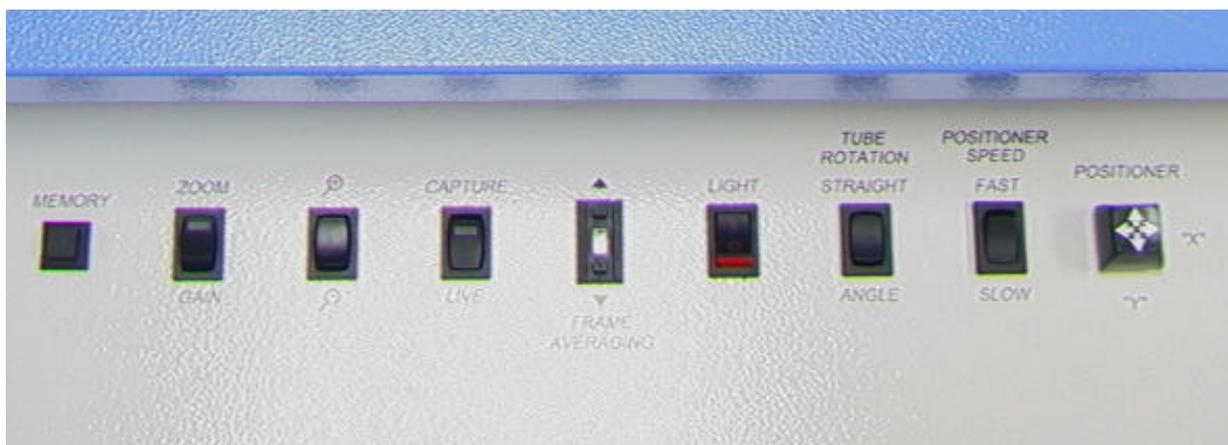


Figura 3: Panel de control del XR 4000

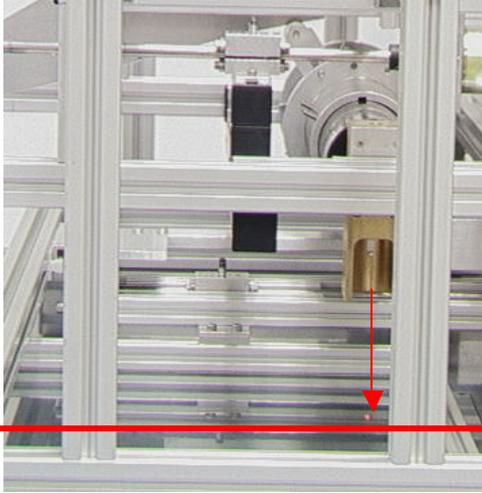
1. La cámara se controla con el botón y los dos interruptores instalados en el panel de control del XR 4000. Consulte la figura 3.

Al encenderse, la cámara se ajusta automáticamente a 14X de aumento. Este es el valor de aumento almacenado en la memoria cuando la unidad sale de fábrica.

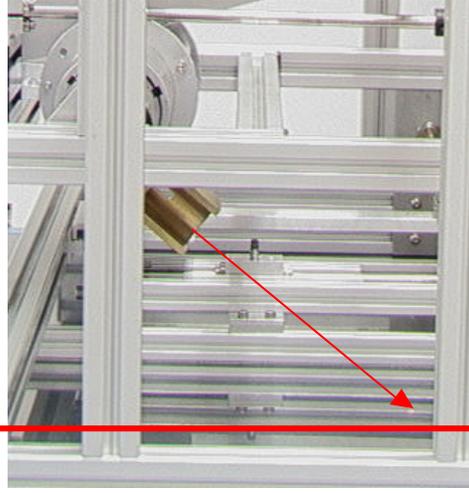
La cámara funciona tanto en modo de control ZOOM como en modo de control GAIN; seleccionable mediante el interruptor oscilante del panel de control. Vea la figura 3. Para ajustar el aumento de imagen, sitúe el interruptor de mando en ZOOM. El interruptor oscilante +/- controla el aumento de la cámara. Pulse el lado + de dicho interruptor para incrementar el aumento. Pulse el lado - de dicho interruptor para reducir el aumento.

El valor inicial de fábrica guardado en memoria es de 14x de aumento y modo de enfoque automático.

2. El botón de memoria se puede utilizar para almacenar un valor de aumento y enfoque, y volver a él rápidamente. Esta función resulta útil cuando se emplea un sistema de medición por vídeo. Para guardar el valor de aumento y ganancia actual, pulse y mantenga pulsado el botón MEMORY durante tres segundos. La cámara emitirá un pitido para indicar que el valor actual ha quedado almacenado en la memoria. Para restaurar el valor de aumento y ganancia de la memoria, pulse el botón MEMORY y suéltelo. El aumento de la cámara volverá rápidamente al valor almacenado en la memoria.
3. Para activar el control manual de ganancia, sitúe el interruptor de modo en la posición "GAIN". Pulse el lado + de dicho interruptor para incrementar la ganancia. Pulse el lado - de dicho interruptor para reducir la ganancia. Pulse el interruptor oscilante una vez por cada incremento/disminución de ganancia. Una vez ajustada la ganancia, utilice el interruptor oscilante para seleccionar el modo ZOOM sin perder el valor de ganancia manual. El Control de ganancia automática se activa cuando el interruptor de modo se ajusta en GAIN y de nuevo en ZOOM sin utilizar el interruptor oscilante +/-.
4. El manipulador de la PCB se controla mediante la palanca de mando del panel de control. Se puede desplazar en las direcciones X e Y. La velocidad de movimiento puede ajustarse en lenta y rápida con el selector de velocidad situado junto a la palanca de mando.
5. El cabezal de rayos X del XR 4000 se utiliza normalmente en una posición a 90 grados (en perpendicular) respecto del PCB. Se puede rotar hasta un ángulo de 45 grados para comprobar si existen juntas "abiertas". Lea la Sección 9. Para desplazar el cabezal de rayos X, utilice el interruptor del panel de control denominado "Tube Rotation" (Rotación del tubo).

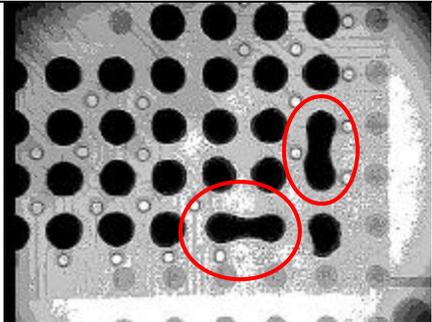
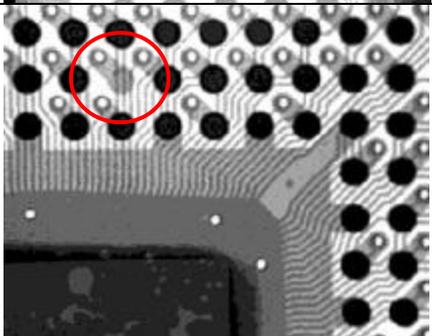
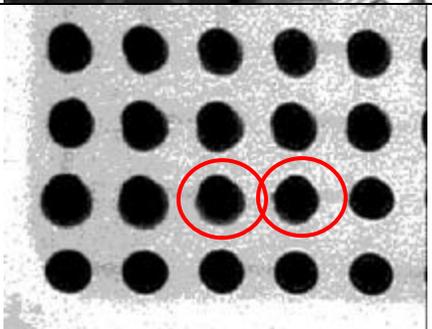
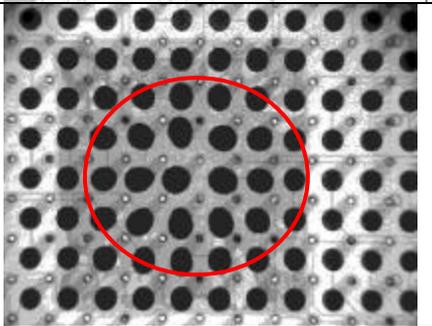
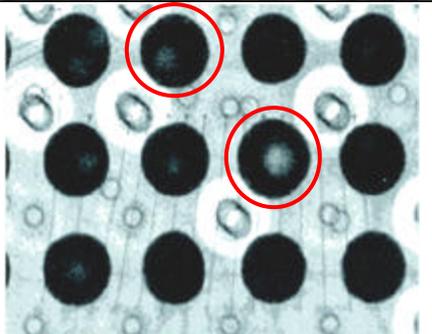


**Cabezal de rayos X a 90 grados
grados**

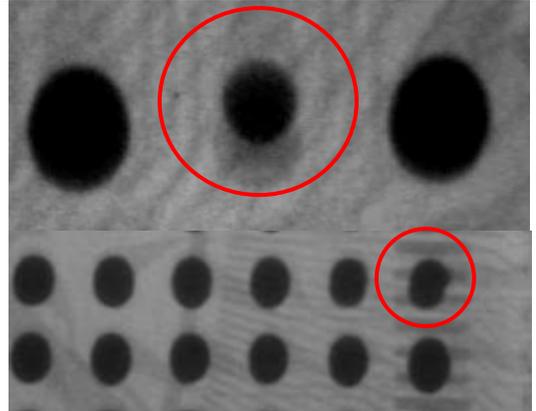


Cabezal de rayos X a 45

9. Ejemplos de defectos habituales

<p>Los puentes entre uniones soldadas se identifican con facilidad.</p>	
<p>Es fácil identificar bolas de soldadura ausentes.</p>	
<p>Un borde mellado e irregular en torno al perímetro de la bola de soldadura denota una soldadura fría. (Nota: en esta imagen sólo algunas de las bolas de soldadura muestran esa característica).</p>	
<p>Las bolas de soldadura en el centro del encapsulado están sobredimensionadas debido a delaminación y compresión bajo la superficie útil.</p>	
<p>Vacíos en la bola de soldadura</p>	

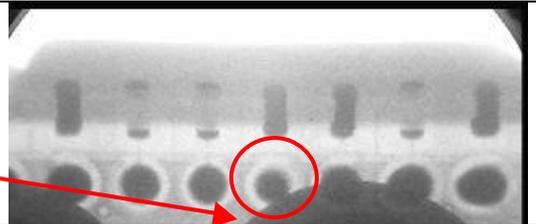
La bola de soldadura es más pequeña que las bolas adyacentes, y debajo se puede ver la sombra de la alfombrilla, lo que indica que no hay contacto entre la bola y la alfombrilla.



Observe la forma en 8 que indica 2 formas esféricas no unidas, a diferencia de las formas ovales adyacentes, que indican la existencia de contacto entre la alfombrilla y la bola de soldadura.

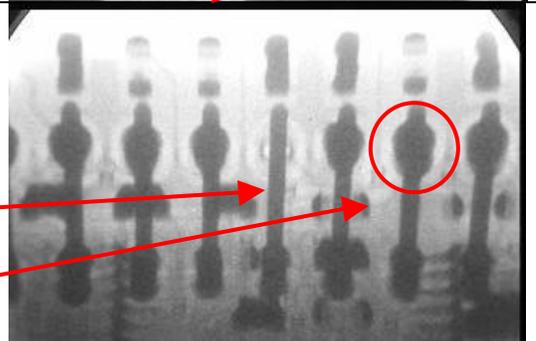
Rayos X y Thru Hole

Vista directa, sin ángulo. Las uniones parecen sólidas debido al relleno de plomo del orificio pasante (thru-hole).



La unión desoldada también parece estar bien.

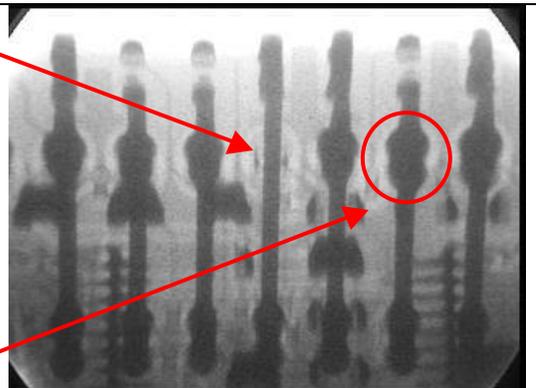
La unión desoldada, en ángulo de 50%, es claramente visible. La soldadura de las otras uniones presenta un aspecto bastante uniforme.



La unión desoldada está claramente visible.

Principio de forma de 8, lo que indica un filete correcto a ambos lados de la PCB.

La unión desoldada, en ángulo de 100%, es claramente visible. La soldadura de las otras uniones presentan un aspecto bastante uniforme.



Algunas son un poco más claras en la parte superior, pero correctas ya que hay soldadura en todo el orificio pasante (thru-hole).

La forma de 8 indicadora de un filete correcto a ambos lados de la PCB es muy evidente en casi todas las uniones.

10. Resolución de problemas

A. Autodiagnóstico

La cámara XRTV con zoom posee propiedades de autodiagnóstico que permiten depurar algunos problemas que pueden dificultar el rendimiento del sistema. Esta propiedad de autodiagnóstico le ayudará a identificar si la fuente de rayos X está emitiendo rayos X, y si el microprocesador de control de la cámara y la propia cámara están funcionando correctamente.

Para utilizar la propiedad de autodiagnóstico, apague el sistema de rayos X por completo con el interruptor de encendido/apagado. Vuelva a encender el sistema con el interruptor de encendido/apagado. Vaya a los controles de la cámara. Los controles de la cámara emitirán un pitido y, si disponen de interruptor de zoom/ganancia iluminado, el LED parpadeará igualmente. Tan pronto como empiecen a sonar los pitidos (unos 4 segundos después del inicio), mantenga pulsado el botón de memoria hasta que dejen de sonar. Observará que el procesador de imágenes no se inicia y que no aparece ninguna imagen en el monitor. Pise y mantenga pisado el conmutador de pedal. Al cabo de unos 3 segundos, la caja de control de la cámara emitirá un pitido continuo y se iluminará el LED AGC (si está incorporado). Suelte el conmutador de pedal y el LED se apagará y se detendrán los pitidos. Los pitidos y el LED AGC iluminado indican que la fuente de rayos X está emitiendo rayos X y que el convertidor de rayos X situado dentro de la cámara está funcionando correctamente. Ahora, pulse y suelte el botón de memoria. El control de la cámara empezará a emitir los pitidos de iniciación. De este modo se comprueba la comunicación entre la cámara y el microprocesador. Transcurridos unos 5-7 segundos, los pitidos se detendrán y aparecerá una señal de vídeo. Observe que el procesador de imágenes ahora debe iniciarse correctamente y deberá aparecer una imagen en el monitor. Si se produjera un problema con el sistema de rayos X, es posible que se le pida que realice esta comprobación si llama a PACE para obtener asistencia técnica.

B. Imagen borrosa

La cámara XRTV Zoom utiliza un sistema de enfoque avanzado, que mantiene la imagen constantemente enfocada. En ocasiones, el sistema de enfoque se desconfigura. Este problema suele suceder cuando se cambia de aumento cuando la fuente de rayos X no está activada. En la mayoría de los casos, el sistema de control de la cámara volverá a enfocar la cámara en 1-2 segundos. Si la imagen aparece desenfocada durante muchos segundos, cambie el valor de aumento mientras la fuente de rayos X está activada. De este modo la cámara recibirá suficiente información para enfocarse correctamente. En general, se recomienda cambiar de aumento sólo cuando la fuente de rayos X está activada. Si se cambia de aumento cuando la

fuelle de rayos X está desactivada, no se infligirá ningún daño; simplemente se tardará varios segundos más en enfocar la cámara.

C. Problema generales

Si cree que la cámara no funciona correctamente, apáguela, espere unos segundos y vuelva a encenderla. Si sigue sin funcionar correctamente, llame a PACE.

11. Especificaciones

- Tensión de trabajo: 120V, 50/60Hz ó 230V, 50Hz
- Sensibilidad a la energía: de menos de 15kV a más de 160 kV
- Tubo de rayos X: 70 kVA
- Resolución: más de 20 pares de líneas por milímetro; puede resolver fácilmente un hilo de oro de 1 milésima de pulgada (0,025 mm).
- Aumento: 7 - 40x
- Máximo campo visual: círculo de 1 pulgada (2,54 cm) de diámetro
- Tamaño Máximo de la PCB: 27" x 27" (685mm x 685mm) con manipulador de la PCB
27 x ilimitado (685mm x ilimitado) sin manipulador

12. Procesador de imágenes RTVA

El Promediador de vídeo en tiempo real (RTVA) es un procesador de imágenes utilizado en el sistema de rayos X XR 4000. Utiliza promedio de cuadros de vídeo para suavizar la imagen intrínsecamente granulada procedente de la cámara de rayos X. Se encuentra dentro de la carcasa del XR 4000.

El RTVA se puede ajustar mediante el interruptor instalado en la parte frontal marcado "FRAME AVERAGING". Vea la figura 3. Ajusta la cantidad de cuadros que el RTVA promedia antes de enviar la señal de vídeo al monitor. Cuando utilice el interruptor, tenga en cuenta los siguientes valores de promedio de cuadros:

(Observe que los valores más altos producen una estela de imagen)

<u>Valor</u>	<u>Efecto</u>
0	BYPASS. No se calcula ningún promedio en este valor
1	Promedio de 2 cuadros
2	Promedio de 4 cuadros
3	Promedio de 8 cuadros
4	Promedio de 16 cuadros

El procesador de imágenes RTVA también cuenta con una función "CAPTURE" diseñada para capturar la imagen actual. Para utilizar esta opción, sólo tiene que situar el selector CAPTURE/LIVE instalado en la parte frontal en la posición "Capture". Vea la figura 3. Para volver al modo operativo normal, sitúe el selector de nuevo en la posición "LIVE".

Observe que no hay piezas utilizables por el usuario en el interior. Si se sospecha que una pieza no funciona correctamente, llame a PACE.

13. Mantenimiento del XR 4000

El diseño del XR 4000 no requiere de mucho mantenimiento. El único mantenimiento que se recomienda es tener la unidad visiblemente limpia y el sistema de calibración actualizado. Para la limpieza del sistema, puede utilizar cualquier limpiador de superficie suave. Si ve que se aproxima la fecha de calibración del sistema, póngase en contacto con PACE para concertar una calibración.

CALIBRATION	
BY _____	DATE _____
NEXT CAL. DUE _____	
INSTRUMENT # _____	

Es muy importante que se ponga en contacto con PACE por adelantado para que podamos concertar la revisión en una fecha conveniente.

Advertencia: El acrílico y vinilo que rodean la apertura del XR 4000 contienen plomo. Lávese las manos inmediatamente después de utilizarla. Si come o bebe sin haberse lavado las manos, existe la posibilidad de ingerir plomo.

14. Resolución de problemas

En caso de que se produzcan problemas en su sistema, en esta sección encontrará los pasos básicos para resolver el problema y la información que PACE le solicitará para prestarle el mejor servicio posible.

Sugerencias breves

Lo primero que hay que hacer es intentar reiniciar el sistema. Esto puede resolver la mayoría de los problemas de forma inmediata.

1. El primer paso en la resolución de problemas es apagar el sistema por completo y reiniciarlo. Para ello, gire el interruptor de encendido/apagado, situado en la parte frontal del sistema, hasta la posición "Off".

2. Vuelva a encender el sistema.

3. Para resolver los problemas del sistema, se utilizan tres categorías:

Alimentación: La categoría de alimentación cubre todos los problemas relacionados con la falta de alimentación de un componente o de todo el sistema. Los problemas de alimentación pueden ser, entre otros:

- El sistema no se enciende.
- El piloto rojo del controlador de rayos X no se enciende.
- El piloto verde del sistema no funciona.

- **¿Reciben alimentación eléctrica todos los componentes cuando se enciende el interruptor de encendido/apagado?**
- **¿Se encienden todos los pilotos indicadores de alimentación?**
- **¿Muestran todas las salidas de alimentación la tensión correcta?**
- **¿Está conectado el pedal?**

Vídeo: La categoría de vídeo cubre los problemas que afectan a la presencia de una señal de vídeo procedente de la cámara de rayos X. Los problemas de vídeo pueden ser, entre otros:

- No hay imagen de rayos X en el monitor, pero sí hay presencia de rayos X.
- No se inicia el procesador de imágenes del sistema.
- La imagen de rayos X está borrosa o desenfocada.

- **¿Está el cable de vídeo correctamente conectado?**
- **¿Aparece alguna imagen de rayos X en el monitor cuando se pisa el conmutador de pedal?**
- **¿Se inicia el procesador de imágenes del sistema?**

- **¿Parpadea el monitor de rayos X o muestra una pantalla gris claro?**

Rayos X: La categoría de rayos X cubre los problemas que afectan a la emisión de rayos X del tubo. La categoría de rayos X incluye:

- El piloto rojo "X-Ray On" no se enciende.
 - No aparece ninguna imagen en el monitor, pero sí hay presencia de señal de vídeo.
 - No se emiten rayos X desde la fuente de rayos X.
- **¿Aparece alguna imagen de rayos X en el monitor cuando se pisa el conmutador de pedal?**
 - **¿Se enciende el piloto rojo "X-ray on" cuando se pisa el conmutador de pedal?**

15. Piezas de recambio

Descripción	Referencia	Imagen
Hoja de vinilo emplomado de 4" x 2"	1335-0248-P1	
Tubo de Rayos X de repuesto	4018-0110-P1	
Cámara de rayos X con zoom de repuesto	4018-0111-P1	
Promediador de imágenes RTV	6020-0161-P1	
Caja de control	4018-0113-P1	

16. Normas de seguridad y prácticas operativas seguras del modelo XR-4000

Por la baja potencia operativa del ánodo del sistema de inspección por rayos X en tiempo real XR 4000, se ha registrado en el Centro de dispositivos y sección de salud radiológica de la FDA como "Sistema analítico de rayos X". Al estar registrado, el sistema incorpora una serie de propiedades de seguridad destinadas a minimizar cualquier dispersión de rayos X que pueda llegar al operador.

A. Seguridad

El conjunto del tubo de rayos X está blindado con plomo con una separación de al menos $\frac{3}{4}$ de pulgada entre el colimador y el plano de la imagen para minimizar la dispersión de rayos X. El colimador garantiza que el tamaño del haz de rayos X en el plano de la imagen no sea mayor que un círculo de una pulgada de diámetro. El conjunto de la mesa utiliza un panel visor acrílico y protección de plomo adicional. La cámara de rayos X de alta sensibilidad permite al tubo de rayos X funcionar a baja potencia (tensión del ánodo de 70 kV y corriente del ánodo de 25 microamperios), con lo que se consigue una dispersión de rayos X mínima. Todas estas propiedades de seguridad proporcionan una estructura con una dispersión de radiación a 5 cm de cualquier superficie expuesta de menos de 0,5 milirenguenios por hora. (La exposición a la radiación en un avión a 30.000 pies durante el día es superior a 0,4 milirenguenios por hora).

B. Precauciones de seguridad antirradiación para el uso del sistema de inspección por rayos X en tiempo real XR 4000

Es imprescindible que el XR 4000 sea únicamente utilizado por personal capacitado que conozca las precauciones de seguridad básicas que deben adoptarse cuando se trabaja con equipos generadores de rayos X.

1. La llave que acciona los rayos X no debe dejarse puesta en el equipo cuando éste no se esté utilizando y se deje desatendido.
2. Los operadores no deben colocar las manos debajo del panel acrílico emplomado de la parte frontal.
3. El equipo no debe utilizarse sin los paneles en su sitio.
4. Los operadores deben estar familiarizados con el uso del medidor de radiación Monitor-4.
5. La revisión del equipo debe ser realizada o supervisada por personal capacitado de PACE.

C. Monitorización de radiación

Cada estado o país define reglamentos específicos en materia de monitorización de posibles fugas de radiación de armarios de rayos X industriales. Existen una serie de medidas que se pueden adoptar para proporcionar un medio de monitorización superficial.

D. Dosímetros

Los dosímetros pueden obtenerse en:

- 1) Siemens Dosimetry
Barrington Road
Hoffman Estates, IL 60195

(800) 666-4552 2501

- 2) R.S. Landauer & Co
2 Science Road
Glenwood, IL 60425

(708) 755-7000

Los dosímetros pueden colocarse junto al equipo o llevarlos consigo el operador para registrar de forma permanente cualquier exposición a los rayos X. A final de mes se enviará un dosímetro de reposición y el del mes en curso se devolverá a la empresa de revisión de dosímetros. Cada mes se publica un informe en el que se refleja cualquier exposición recibida. El servicio de dosímetros es muy útil por cuanto se crean registros documentados de la empresa en los que se indica la inexistencia de fugas de radiación.

E. Medidores de radiación

Los medidores de radiación detectan la presencia de radiación ionizante y muestran un valor en unidades de mR/hr (milirenguenios por hora). Normalmente conviene contar con un medidor de radiación como parte de un programa de medición de radiación. PACE comercializa el medidor Monitor-4EC. El Monitor-4EX emplea un tubo G-M de energía compensada para medir la presencia de radiación. Está calibrado en Cs-137. El Monitor-4EX puede utilizarse para detectar cualquier fuga de radiación en cualquier sistema de rayos X.

F. Formación sobre seguridad antirradiación

PACE puede facilitar referencias de proveedores de cursos de formación sobre funcionamiento y seguridad antirradiación para asegurarse que el centro en cuestión cumple todos los reglamentos estatales y federales en materia de radiación.