

PHYWE Systeme GmbH & Co. KG  
Robert-Bosch-Breite 10  
D-37079 Göttingen

Tel.: +49 (0) 551 604-0  
Fax: +49 (0) 551 604-107  
E-mail info@phywe.de

## Manual de instrucciones



El aparato cumple las directivas marco comunitarias



Fig. 1: 09057-99, XR 4.0 X-ray expert unit, aparato de rayos X, 35 kV

## 1 INDICACIONES DE SEGURIDAD

## 2 INDICACIONES DE FUNCIONAMIENTO

## 3 DISPOSICIONES DE LA NORMATIVA DE RAYOS X (RÖV) DE LA REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA

## 4 FINALIDAD Y CARACTERÍSTICAS

## 5 ELEMENTOS FUNCIONALES Y DE MANDO

## 6 MANEJO

## 7 LISTA DE COMPROBACIÓN

## 8 DATOS TÉCNICOS (TÍPICO 25°C)

## 9 ALCANCE DE SUMINISTRO

## 10 ACCESORIOS

## 11 INFORMACIÓN DE GARANTÍA

## 12 ELIMINACIÓN

## 1 INDICACIONES DE SEGURIDAD



- Antes de la puesta en marcha del aparato lea detenidamente todo el manual de instrucciones. De esta forma se protegerá a usted y evitará daños en el aparato.
- Use el aparato únicamente para su uso debido.
- El aparato solo debe emplearse en ambientes secos, sin polvo ni riesgo de explosión.
- Antes de conectar la tensión de red asegúrese de que el conductor de protección de la fuente de alimentación está conectado debidamente con el conductor de protección de la red eléctrica. El interruptor de red solo debe enchufarse a una toma de corriente con conductor de protección. La protección no debe ser eliminada por el uso de un alargo que no disponga de conductor de protección.
- Asegúrese de que la tensión de red indicada en la placa de características concuerda con la de su red eléctrica.
- Monte el aparato de forma que no esté sometido a vibraciones. Debe poder accederse libremente tanto al interruptor de red como al enchufe. Las ranuras de ventilación del aparato no deben cubrirse.
- No conecte al aparato otros aparatos que no hayan sido previstos para ello.
- Atención: Antes de soltar, cambiar o retirar cualquier conexión cableada desconecte el aparato de la red.
- Asegúrese de que las rejillas de ventilación se mantienen limpias de objetos extraños y líquidos.

- No use el aparato si el cable de red o el aparato están dañados.
  - El aparato debe desconectarse tras ser usado; no se permite un uso ininterrumpido. El período de funcionamiento máximo recomendado por día es de 10 horas. Sobrepasar el período de funcionamiento no implica un riesgo para la seguridad pero puede influir negativamente en la vida útil de los tubos de rayos x.
  - Como mínimo 2 veces al año debe ponerse en marcha el aparato y deben comprobarse las funciones de seguridad según lo indicado en el protocolo del punto 7 de este documento.
- En caso de avería, el aparato debe devolverse para que pueda ser reparado. Los trabajos de reparación y mantenimiento deben ser ejecutados exclusivamente por el fabricante o por empresas certificadas por éste.
- El aparato no debe emplearse a una altura por encima de 2.000 m sobre el nivel normal.



- Puesto que los aparatos de rayos X generan una radiación nociva para la salud, la puesta en marcha del aparato solo debe ser ejecutada por personal formado y cualificado debidamente según las disposiciones legales de cada país.
- Para Alemania: Durante el uso y la manipulación de los aparatos de rayos X deben cumplirse obligatoriamente las medidas y obligaciones determinadas por la normativa alemana de rayos X (RÖV).
- Deben cumplirse las obligaciones dispuestas en el permiso de autorización.
- El explotador debe asegurarse especialmente de que
  - el aparato de rayos x no puede ser usado o manipulado por personas no autorizadas
  - el aparato no se usa más tiempo de lo debido
  - las personas no permanezcan cerca de la máquina en funcionamiento más tiempo del debido.
- Esta prohibido usar el aparato cuando
  - la puerta corrediza de cristal acrílico plomífero para abrir el compartimento de ensayo, el resto de cristales de protección para observar los tubos de rayos x o el compartimento de ensayo están dañados.
  - el ventilador en el interior del aparato en el lado de entrada del tubo no trabaja (prueba acústica)
  - los circuitos de seguridad para interrumpir el funcionamiento del tubo al abrir la puerta corrediza no trabajan debidamente
- Indicaciones de cuidados:
  - no use diluyentes
  - la suciedad puede retirarse usando paños suaves impregnados en disolventes adecuados.
- **Indicaciones de transporte:**
  - el cajón no debe someterse a esfuerzo durante el transporte; el aparato solo debe descansar sobre los pies previstos para ello. En su caso, descuelgue el cajón.
  - El aparato no debe transportarse si está bloqueado. Por tanto, antes del transporte abra el bloqueo (fig. 5, tecla IV, solo puede hacerse con la máquina conectada). Sin embargo, la puerta debería estar cerrada mediante el S-

**LOCK (pero no bloqueada).**

## 2 INDICACIONES DE FUNCIONAMIENTO

- El aparato de calidad presente cumple con las exigencias técnicas reunidas en las directrices actuales de la Unión Europea. Las características del producto lo autorizan a llevar la marca CE.
- Solo se autoriza el uso de este aparato bajo supervisión profesional en un entorno electromagnético controlado en centros de investigación, formación y enseñanza (escuelas, universidades, institutos y laboratorios).
- Esto significa que en un entorno de este tipo no deben emplearse instalaciones de radiotransmisión como, por ejemplo, teléfonos móviles. Las líneas conectadas individualmente no deben superar los 2 m de longitud.
- Las cargas electroestáticas u otros fenómenos electromagnéticos parecidos (HF, ráfagas, descargas indirectas de rayos, etc.) pueden influir en el aparato de forma que ya no trabaje dentro de los datos especificados.

Las medidas siguientes reducen y/o eliminan la influencia negativa: Evite suelos enmoquetados; asegure una compensación de potencial; haga sus experimentos sobre una superficie conductora y puesta a tierra; use pantallas de protección y cables apantallados. No use emisores de alta frecuencia (aparatos de radio, teléfonos móviles) en las proximidades del aparato. Ejecute un "Reset" si ha desconectado el equipo completamente pulsando el interruptor de red.

Este aparato cumple con la clase A de la norma EN 61326 y solo debe emplearse ilimitadamente fuera de áreas residenciales. Si a pesar de limitarse el uso en el ámbito especializado de una escuela o de otro centro de formación se produjeran perturbaciones electromagnéticas en el área residencial cercano, el explotador puede solicitar por cuenta propia la ejecución de medidas correspondientes (por ejemplo, apantallamiento, grandes distancias hacia aparatos sensibles, uso operativo breve, líneas de conexión lo más cortas posibles, etc.).

## 3 DISPOSICIONES DE LA NORMATIVA DE RAYOS X (RÖV) DE LA REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA



El aparato de rayos X XR 4.0 expert unit cumple con las normas del reglamento de rayos X (RöV) de la República Federal de Alemania en su versión del 1.11.2011.

El funcionamiento del aparato de rayos X está sometido en la República Federal de Alemania al reglamento de rayos X (RöV) que, en consecuencia, debe cumplirse. Siguiendo este reglamento, este aparato cumple las condiciones obligatorias como instalación de rayos X escolar y como aparato de protección total.

En la República Federal de Alemania el funcionamiento del aparato no requiere permiso pero sí debe declararse obligatoriamente. Es decir, este aparato debe declararse a la administración local.

Para la declaración se deberá presentar en la administración correspondiente el certificado de inspección y una copia de la autorización del tipo de construcción. El funcionamiento del aparato solo debe ser realizado por personal formado e instruido debidamente. Si el aparato es operado como

instalación de rayos X escolar debe nombrarse un encargado de la protección sanitaria contra la irradiación.

Con los datos operativos máximos, la tasa de dosis local máxima a una distancia de 0,1 m de la superficie de la carcasa es menor a 1  $\mu\text{Sv/h}$ .

Dos circuitos de seguridad independientes entre sí supervisan la apertura de la puerta corrediza del compartimento de ensayo.

La generación de rayos X solo puede realizarse si la puerta corredera está debidamente bloqueada. Circuitos de seguridad impiden sobrepasar los valores operativos máximos de los tubos de rayos X.

El aparato de rayos X no debe usarse si se ha sometido a manipulaciones que no forman parte de la estructura o la ejecución de los experimentos. Bajo ningún concepto deben soltarse los tornillos de seguridad de la carcasa de acero inoxidable o llevarse a cabo modificaciones en los cristales. Las reparaciones deben ser realizadas exclusivamente por el fabricante.

Si se uso fuera de la República Federal de Alemania deben cumplirse siempre las disposiciones legales locales.

## 4 FINALIDAD Y CARACTERÍSTICAS

### 4.1. Finalidad del aparato

El aparato de rayos X es un aparato de demostración y prácticas desarrollado especialmente para las exigencias de formación en escuelas y universidades. Puede ser usado tanto para la formación en el campo de la física y de la medicina como en otras disciplinas técnicas afines. El aparato compacto controlado por microprocesador se caracteriza especialmente porque gracias al uso de una técnica de cambio rápido de tubos de rayos X pueden realizarse experimentos con diferentes tubos y materiales anódicos.

Puede seleccionar entre los tubos siguientes, que están montados en módulos insertables especiales y listos para su uso:

- módulo insertable con tubos de rayos x de Cu N.<sup>o</sup> pedido 09057-50 de
- módulo insertable con tubos de rayos x de Mo N.<sup>o</sup> pedido 09057-60 de
- módulo insertable con tubos de rayos x de Fe N.<sup>o</sup> pedido 09057-70 de
- módulo insertable con tubos de rayos x de W N.<sup>o</sup> pedido 09057-80 de

No se permite el uso de módulos insertables de otro tipo constructivo.

Además de realizar ensayos simples de radioscopya y experimentos de dosimetría con ayuda del contador de frecuencia incorporado y del goniómetro adicional, pueden realizarse experimentos espectroscópicos de física nuclear y de física de estado sólido.

El ajuste de todos los parámetros operativos y de control se realiza directamente en el aparato o mediante USB en un PC.

Para el control directo del aparato (para representar todos los parámetros operativos y de control y para leer los valores de medición) se ha incorporado una pantalla TFT de color en el campo de mando en la parte anterior. Las teclas alrededor de la pantalla en el panel de mando permiten operar y controlar las funciones básicas del aparato.

### 4.2. Visión general de los ensayos posibles

Con el aparato y los componentes adicionales correspondientes pueden ejecutarse los ensayos siguientes:

- radioscopya de objetos por observación con ayuda de una pantalla fluorescente
- elaboración de radiografías de objetos irradiados
- prueba del efecto de ionización de los rayos X (dosimetría)
- prueba de la reflexión de Bragg
- caracterización de espectros de rayos X
- determinación de líneas de rayos x características de diferentes materiales anódicos (Cu, Mo, Fe, W) y verificación de la Ley de Moseley
- prueba de las líneas características K $\alpha$ 1 y K $\alpha$ 2 en difracción de orden superior
- monocromatización de rayos X mediante monocristenciales o láminas de metal
- análisis de la estructura del cristal mediante espectroscopia de rayos X, el método de Laue y el de Debye Scherrer
- determinación de la constante de Planck del límite de onda corta de espectro de frenado (Ley de desplazamiento Duane – Hunt)
- determinación de las constantes de Rydberg
- determinación de coeficientes de absorción como función de espesor y de n.<sup>o</sup> de orden del material de absorción y de la fotoenergía
- prueba de cantos de absorción
- demostración del efecto de los medios de contraste en la medicina
- dispersión Compton

## 5 ELEMENTOS FUNCIONALES Y DE MANDO

### 5.1 El aparato base

Por regla general, el aparato base está compuesto por los componentes siguientes (véase fig. 2 y 3)

#### 5.1.1 Compartimento de ensayo

Para realizar experimentos y para alojar componentes adicionales como, por ejemplo, el goniómetro u otros materiales de ensayo

#### 5.1.2 Módulo insertable de tubos de rayos x

Módulo en el que se genera la radiación de rayos X.

#### 5.1.3 Panel de mando

Para ajustar todos los valores operativos y magnitudes de control así como para la representación de todos los valores de medición disponibles.

#### 5.1.4 Cajón de accesorios

Para guardar al alcance de la mano los componentes adicionales.

#### 5.1.5 Panel de hembrillas en el compartimento de ensayo

Para conectar diferentes componentes, ya sea al aparato base o a otros aparatos periféricos mediante hembrilla exterior en el lado derecho del aparato.

#### 5.1.6 Panel de hembrillas exterior

El equivalente al panel de hembrillas en el compartimento de ensayo está en la parte exterior derecha del aparato.



Fig. 2: Vista de la parte frontal izquierda del aparato base (09057-99) y del módulo insertable de tubos de rayos X



Fig. 3: Vista de la parte frontal derecha del aparato base (09057-99)

## 5.2. El compartimento de ensayo (1)

El compartimento de ensayo (fig. 4) tiene los elementos funcionales siguientes:

### 5.2.1 Puerta corredera (A)

De cristal acrílico plomífero. La puerta está permanentemente supervisada por un circuito de seguridad y está bloqueada o liberada por un actor.

Si la puerta corredera está cerrada y el aparato está en un estado seguro, el usuario puede bloquear la puerta corredera mediante el panel de mando.

La generación de rayos X solo puede realizarse si la puerta corredera está bloqueada. La puerta corredera puede estar cerrada pero no bloqueada. Para abrir la puerta corredera desplácela primero hasta el tope derecho. Ahora la cerradura está abierta y la puerta puede abrirse del todo.

### 5.2.2 Abertura de salida para los rayos (B)

Situada en la parte izquierda del compartimento de ensayo para alojar los tubos de metal con diafragmas dobles circulares para generar el haz de rayos adaptado al experimento correspondiente.

### 5.2.3 Panel de hemibrillas del compartimento de ensayo (C)

Panel de conexiones eléctricas para conectar aparatos dentro del compartimento de ensayo, por ejemplo, el goniómetro. Las conexiones eléctricas unen los aparatos con el aparato de rayos x en sí o conducen al panel de hemibrillas externo en el lado derecho del aparato (paso en bucle).

Mediante estas conexiones puede controlar o leer los datos de una cámara digital ubicada en el compartimento de ensayo.

### 5.2.4 Canal de trabajo (D)

El canal de trabajo está en la pared trasera del compartimento de ensayo, en la parte inferior derecha. El canal de trabajo termina en la parte exterior derecha del aparato. Durante el funcionamiento del aparato, por esta conexión se puede introducir desde afuera mediante un tubo un medio de contraste, por ejemplo. La sección y la forma

del canal de trabajo se han seleccionado de forma que no puede escaparse ninguna radiación de rayos X.

### 5.2.5 Banco óptico (E)

A lo largo del eje óptico del haz de rayos X se ha fijado en la base del compartimento de ensayo un banco óptico. En este banco se montan y desplazan los adaptadores para ejecutar los ensayos.

### 5.2.6 Control de temperatura

La temperatura del aire en el centro del compartimento de ensayo es supervisada y se controla mediante un sistema de ventilación.

### 5.2.7 Iluminación del compartimento interior

Iluminación lineal con LEDs del compartimento de ensayo.

### 5.2.8 Alojamientos para sujetar el goniómetro

El goniómetro 09057-10 se fija mecánicamente en el compartimento de ensayo mediante un tornillo y establece una conexión eléctrica con el aparato base (plug & measure).

## 5.3. Panel de mando en la parte frontal del aparato (2)

El panel de mando en el lado frontal del aparato puede verse en la fig. 5.



Fig. 4: El compartimento de ensayo



Fig. 5: Panel de mando en la parte frontal del aparato

Tabla 1: Visión general de los elementos funcionales del panel de mando

N.º	Nombre / tipo	Función	Color luminoso: función activada
I	Símbolo de advertencia triangular „Radiación de rayos X“	Indicador de estado “Radiación de rayos X posible”	amarillo señales (2 LEDs)
II	Iluminación / pulsador	Conectar / desconectar iluminación del compartimento de ensayo	verde
III	Altavoz / pulsador	Indicador acústico de los impulsos	verde
IV	Estado de la puerta / pulsador	Bloquear puerta, desbloquear puerta	blanco: no bloqueable LED izquierdo verde: bloqueable LED derecho verde: bloqueada
V	Rayos X / pulsador	Para conectar la radiación de rayos X	blanco: no conectable LED izquierdo verde: conectable LED derecho verde: conectado
VI	Pulsador (sin nombre)	Selección de función de menú, se muestra en la parte superior en la pantalla, posición izquierda abajo	blanco
VII	Pulsador sin nombre	Selección de función de menú, se muestra en la parte superior en la pantalla, posición derecha abajo	blanco
VII I	Flecha hacia arriba (pulsador)	Para ajustar parámetros de ensayo, desplazamiento por el menú	blanco
IX	Flecha hacia abajo (pulsador)	Para ajustar parámetros de ensayo, desplazamiento por el menú	blanco
X	Intro / pulsador	Para confirmar el valor seleccionado	blanco
XI	Pantalla TFT	Representación de menús para el control manual 77 x 50 mm	policromo

#### 5.4. Cajón de accesorios (3)

En la parte inferior del aparato base hay un cajón de accesorios con molduras para los componentes siguientes:

- Tubo contador Geiger-Müller
- Detector de energía de rayos X
- Rueda de filtros motorizada
- Muestras estándar
- Tubo de diafragmas
- Tubo de diafragmas con filtro

#### 5.5. Módulo insertable de tubos de rayos X (4)

Módulo insertable para alojar los tubos de rayos x ajustados en la carcasa de chapa de acero, con asa, para usar en el aparato base de rayos X. La carcasa de los tubos dispone de elementos de seguridad que solo permiten el funcionamiento de los rayos X si el montaje es correcto. Está prohibido usar el aparato de rayos X sin un módulo insertable de rayos X autorizado.



Fig. 6: Módulo insertable de tubos de rayos X en la parte izquierda del aparato

Hay módulos insertables completamente montados a su disposición:

- Módulo insertable con tubos de rayos x de Cu N.º pedido 09057-50 de
- Módulo insertable con tubos de rayos x de Mo N.º pedido 09057-60 de
- Módulo insertable con tubos de rayos x de Fe N.º pedido 09057-70 de
- Módulo insertable con tubos de rayos x de W N.º pedido 09057-80 de

Los módulos insertables están compuestos de una carcasa de chapa de acero con un tubo de rayos X montado y ajustado de fábrica. Para evitar el sobrecalentamiento durante la operación, los tubos están encerrados en un cilindro de cristal Duran que dispone de un soporte lateral por el cual pasa una refrigeración forzada mediante un ventilador que está integrado en el aparato base.

Los módulos insertables disponen de una clavija HV y una clavija para la calefacción del cátodo del tubo que sirven para incorporar las magnitudes operativas de los tubos de las hembrillas correspondientes en el aparato base.

El módulo insertable de tubos de rayos X debe insertarse completamente. De lo contrario, no funcionaría.

#### 5.6. El panel de hembrillas en el compartimento de ensayo (5)



Fig. 7 Panel de hembrillas en el compartimento de ensayo

El panel de hembrillas en la pared posterior del compartimento de ensayo (fig. 7) incluye las hembrillas siguientes para conectar componentes en el compartimento de ensayo. Los nombres en el aparato se han marcado con cursiva.

De arriba a abajo

- **X RED:** Para conectar el detector de energía de rayos X 09058-30 con el analizador multicanal 13727-99, línea de señales BNC, línea de alimentación (conexión directa con el panel de hembrillas en la parte exterior derecha).
- **Aux:** Hembrilla multipolar para conectar diferentes aparatos en el compartimento de ensayo (conexión directa al panel de hembrillas en la parte exterior derecha).
- **USB 2.0:** Hembrilla para conectar cámaras digitales, etc. (conexión directa al panel de hembrillas en la parte exterior derecha).
- **Max 600 V:** 2 hembrillas de 4 mm, por ejemplo para cargar las placas del condensador (n.º de pedido 09057-05) para experimentos de dosimetría (conexión directa al panel de hembrillas en la parte exterior derecha).
- **GM tube:** Hembrilla BNC para conectar el tubo contador Geiger-Müller tipo B 09005-00
- **Motor:** Hembrilla para conectar un motor, por ejemplo una rueda de filtros
- **Goniometer:** Hembrilla de conexión para el goniómetro 09057-10
- **N<sub>2</sub>:** Para introducir gas protector y/o para conectar a una bomba de vacío (conexión directa al panel de hembrillas en la parte exterior derecha)

## 5.7. El panel de hembrillas en la parte exterior derecha

(6)

El equivalente al panel de hembrillas en el compartimento de ensayo está en la parte exterior derecha del aparato (fig. 8).



Fig. 8: Panel de hembrillas exterior en la parte derecha del aparato

Aquí pueden conectarse los componentes siguientes. Los nombres en el aparato se han marcado con cursiva.

Línea inferior del panel de hembrillas:

- **PC:** para conectar al PC de control con la hembrilla USB 2.0 de medición
- **Service:** Para conectar un PC especialmente configurado, para actualizar parámetros y para fines de diagnóstico (sólo para personal autorizado)
- **Display:** Para conectar el adaptador RF Display Connect (12623-88). Sirve para representar valores de medición actuales y parámetros del aparato en la pantalla de lectura a distancia (07157-93).
- **USB 2.0:** Hembrilla para conectar cámaras digitales, etc. (conexión directa al panel de hembrillas en el compartimento de ensayo).
- **N<sub>2</sub>:** Para introducir gas protector y/o para conectar a una bomba de vacío (conexión directa al panel de hembrillas en el compartimento de ensayo)

Línea superior del panel de hembrillas:

- **X RED:** Para conectar el detector de energía de rayos X 09058-30 con el analizador multicanal 13727-99, línea de señales BNC, línea de alimentación (conexión directa con el panel de hembrillas en el compartimento de ensayo).
- **Aux:** Hembrilla multipolar para conectar diferentes aparatos en el compartimento de ensayo. (Conexión directa al panel de hembrillas en el compartimento de ensayos).
- **Max 600 V:** 2 hembrillas de 4 mm, por ejemplo para cargar las placas del condensador (n.º de pedido 09057-05) para experimentos de dosimetría (conexión directa al panel de hembrillas el compartimento de ensayo).

## 6 MANEJO

Esta sección describe la puesta en marcha del aparato y transmite una idea general del manejo del mismo. Lea esta sección con detalle para evitar fracasos y un manejo erróneo.

### 6.1. Indicaciones de transporte:

- El cajón no debe someterse a esfuerzo durante el transporte, el aparato solo debe descansar sobre los pies previstos para ello. Si fuera necesario, retire el cajón.
- El aparato no debe transportarse si está en un estado bloqueado. Por tanto, antes del transporte suelte el bloqueo (tecla IV, solo puede hacerse con el aparato conectado). Sin embargo, la puerta debería estar engatillada por medio del S-LOCK (pero no bloqueada).

## 6.2. Puesta en marcha

Conecte el aparato a la alimentación eléctrica mediante el cable de alimentación adjunto, la hembrilla está en la parte posterior del aparato (véase la fig. 9).



Fig. 9: Lado posterior del aparato con hembrilla de conexión para el cable de alimentación y conector de encendido/apagado central

### 6.3. Arrancar el aparato

En la parte posterior del aparato está el interruptor de conexión y desconexión central (véase la fig. 9 (7)). Ponga el aparato en marcha con este interruptor. Tras la puesta en marcha del aparato éste ejecuta independientemente un control del sistema (control de seguridad).

Cuando se conecta el aparato se desbloquea automáticamente la puerta si quedó bloqueada cuando se desconectó por última vez el aparato.

El estado del aparato determinado se representa en el panel de mando en la pantalla mediante los colores de la tecla IV y V. Los diodos luminosos se iluminan en blanco.

Seguidamente, es necesario que el usuario abra y cierre completamente la puerta corredera. (Verificación de los circuitos de seguridad)

La puerta corredera también permanece cerrada aunque no esté bloqueada. Para abrir la puerta corredera muévala hasta el tope derecho. Ahora la cerradura está abierta y la puerta puede abrirse del todo.

Si hay insertado un módulo insertable de tubos de rayos X y la puerta está cerrada, se ilumina en verde el LED izquierdo de la tecla IV. El resto de diodos luminosos se iluminan en blanco.

Ahora el aparato está listo para funcionar.

Si en este caso los indicadores se iluminan de forma diferente se ha detectado un error y debe ponerse en contacto con el servicio técnico de PHYWE.

#### Atención:

- La puerta corredera solo puede bloquearse si se ha insertado debidamente un módulo insertable de tubos de rayos X.
- Si se desconecta el aparato con la puerta bloqueada, esta no podrá abrirse de nuevo hasta que se vuelva a conectar el aparato.



Durante la primera puesta en marcha no deberían operarse los tubos de rayos X con su máxima potencia. Para el rodaje de los tubos recomendamos operarlos durante un período de 10 minutos con la corriente de haz máxima pero con una tensión acelerante que no sobrepase los 25 kV. Este procedimiento también debe repetirse cuando no se ha usado un tubo durante varias semanas.

El aparato dispone de 4 estados listados en la tabla 2.



Fig. 11: Pantalla para controlar el aparato en la parte frontal del aparato. La alta tensión está activada. Aparece en la pantalla el símbolo Y.

Tabla 2: Visión general de los 4 estados operativos seguros

	Radiación de rayos X	Descripción	Tecla IV	Tecla V	Símbolo 1	Símbolo Y (véase la fig. 11) - puramente informativa
1	No conectable	El cristal no está cerrado ni bloqueado.	blanco	blanco	Desconectado	Desconectado
2	No conectable	El cristal está cerrado pero no bloqueado.	LED izquierdo verde	blanco	Desconectado	Desconectado
3	Conectable	La radiación de rayos X puede activarse	LED derecho verde	LED izquierdo verde	Conectado	Desconectado
4	Conectado	La radiación de rayos X está activa.	LED derecho verde	LED derecho verde	Conectado	Conectado

Dependiendo del estado, el aparato puede controlarse completamente mediante las teclas del panel de mando y la representación gráfica.



Fig. 10: Pantalla para controlar el aparato en la parte frontal del aparato. La alta tensión no está activada.

El cambio de representación y el control del aparato mediante el menú se consiguen mediante la tecla VI-X (fig. 5).

Si la radiación de rayos X está activa aparece un símbolo en la pantalla (véase la fig. 11 (Y)).

#### 6.4. Estructura del menú

La estructura del menú del aparato está compuesta en el nivel principal de los puntos siguientes.

1. Parámetros de rayos X
2. Goniómetro
3. Temporizador
4. Ajustes
5. Información
6. Lectura a distancia

Las teclas VI-X en el panel de mando se usan para navegar dentro del menú, cambiar ajustes y salir del menú.

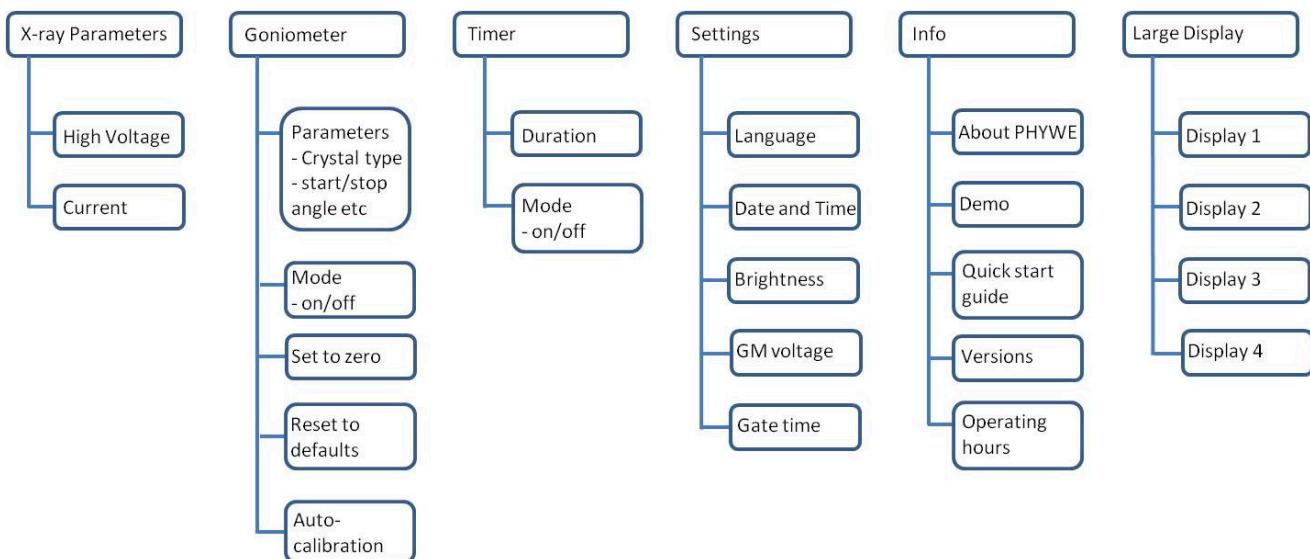


Fig. 12: Estructura de menú del aparato – Visión general

#### 6.4.1 Parámetros de rayos X

Aquí se ajusta la alta tensión y la corriente de haz. Seleccionando los submenús Alta tensión y Corriente de haz puede fijarse mediante la tecla dinámica de la derecha de la pantalla la alta tensión de los tubos dentro del ámbito 0,0 kV...35,0 kV y la corriente de emisión en el ámbito 0,00 mA...1,00 mA.

#### 6.4.2 Goniómetro

Menú y parametrización del goniómetro (09057-10). La operación del goniómetro en el aparato de rayos X se explica en el manual de instrucciones de 09057-10.

#### 6.4.3 Ajustes

Menú para configurar ajustes básicos

#### 6.4.4 Información

Menú para las informaciones de estado del aparato

#### 6.4.5 Lectura a distancia

Si se ha conectado un emisor y se controla una pantalla para lectura a gran distancia aquí pueden configurarse los parámetros de cada uno de los indicadores. Véase BA 09115-88.

#### 6.5. Control del PC mediante measure

Alternativamente al control directo del aparato mediante el panel de mando pueden controlarse y visualizarse los valores de medición en el PC mediante measure (14414-61).

### 7 LISTA DE COMPROBACIÓN

El usuario debe realizar una comprobación regular de esta lista regularmente (como mínimo cada 6 meses).

1. Comprobar posibles daños exteriores en el aparato.
2. Todos los cristales de protección deben estar intactos.
3. Conectar el aparato según el cap 6.1, 6.2 del manual de instrucciones

Comprobar la funcionalidad correcta de todos los elementos indicadores, por ejemplo:

- ¿Funcionan los diodos luminosos en las teclas?
- ¿Se ilumina el símbolo "I" si se alcanza el estado operativo 3 (tabla 3)?
- 4. Verificación de la funcionalidad correcta de todos los estados operativos según la tabla 2 del manual de instrucciones
  - En los estados operativos 1 y 2 no debe poder conectarse la radiación de rayos X.
  - En el estado operativo 3 la radiación de rayos X no debe estar activa. La puerta debe estar bloqueada.
  - La radiación de rayos X solo debe estar activa en el estado operativo 4. ¿Aparece en la pantalla la señal Y (fig.11)?
  - Ajustes de: Corriente del haz 1 mA, debe ejecutarse una tensión anódica de 35 kV.
  - el tubo de rayos x brilla con claridad.

Si se han ejecutado todas las pruebas listadas con éxito, el aparato está listo para funcionar.

Si el resultado de una de las comprobaciones listadas anteriormente es erróneo el aparato no debe emplearse y debe ponerse en contacto con el servicio de Phywe. (Service@PHYWE.com).

### 8 DATOS TÉCNICOS (TÍPICO 25°C)

- Área de temperatura operativa 5° C... 40°C,
- Humedad relativa < 70%
- Aparato base controlado por microprocesador, con supervisión de seguridad central y dos circuitos de supervisión independientes de la posición de la puerta más 2 circuitos de supervisión independientes del actor para el bloqueo de la puerta.
- 4 tubos de rayos X visibles durante el funcionamiento (Fe, Cu, Mo, W)

- Cristales acrílicos de plomo reforzado para proteger de la radiación por rayos X – a prueba de roturas según DIN EN 61010
- Pantalla integrada para representar valores de medición y para representar los parámetros del aparato
- Interfaz Display Connect para conectar una pantalla de lectura a distancia
- El compartimento de ensayo es accesible durante el funcionamiento mediante un canal de trabajo
- Puede conectarse una hilera de leds para iluminar el espacio interior
- Panel de hembrillas interna y externa para un cableado simple
- Altavoces para la representación acústica de la medición con el tubo contador Geiger-Müller
- $N_2$ : máx. 5 bar
- Cajón con cerradura para guardar accesorios
- Alta tensión 0,0...35,0 kV
- Corriente de emisión 0,0...1,0 mA
- Tensión del tubo contador: 100 – 600 V
- Intervalo de conteo: 0,5...100 s
- Período de exposición: 0...100 Minutos
- Con goniómetro adicional: (no incluido en el aparato base)
  - Paso angular: 0,1...10°
  - Velocidad: 0,5...100,0 s/paso
  - Ámbito de giro de las muestras: 0...360°
  - Ámbito de giro del tubo contador: -10°...+170°
  - Control de PC mediante conector USB
- Carcasa (mm): 682(An) x 620(AI) x 450(F)
- Compartimento de ensayo (mm): 440(An) x 345(AI) x 354(F)
- Conexión: 110/240 V~, 50/60 Hz
- Absorción de potencia: 200 VA
- Masa: 63,2 kg; con tubo: 68,2 kg
- Control de PC mediante USB 2.0

## 9 ALCANCE DE SUMINISTRO

- 09057-99 XR 4.0 expert unit, aparato de rayos X 35 kV
- Cable de red
- Cable USB
- Measure X-ray (14414-61).

## 10 ACCESORIOS

Para el aparato de rayos X dispone de un vasto programa de paquetes y accesorios:

- 09057-80 XR 4.0 X-ray Módulo insertable con tubo de rayos X de wolframio
- 09057-50 XR 4.0 X-ray Módulo insertable con tubo de rayos X de cobre
- 09057-60 XR 4.0 X-ray Módulo insertable con tubo de rayos X de molibdeno
- 09057-70 XR 4.0 X-ray Módulo insertable con tubo de rayos X de hierro
- 09057-10 XR 4.0 X-ray Goniómetro
- 09057-26 XR 4.0 X-ray Pantalla luminosa
- 14414-61 XR 4.0 Programa measure X-ray
- 09057-18 XR 4.0 X-ray Banco óptico

- 01200-02 TESS expert Manual de física para experimentos (XT) de rayos X
- 09057-49 XR 4.0 X-ray Funda de protección
- 09056-05 XR 4.0 X-ray Monocristal de floruro de litio en soporte (LiF)
- 09056-01 XR 4.0 X-ray Monocristal de bromuro potásico en soporte (KBr)
- 09057-10 XR 4.0 X-ray Tubo de diafragma d = 1 mm
- 09057-02 XR 4.0 X-ray Tubo de diafragma d = 2 mm
- 09057-03 XR 4.0 X-ray Tubo de diafragma d = 5 mm
- XR 4.0 X-ray Tubo de diafragma con lámina de Ni 09056-01
- XR 4.0 X-ray Tubo de diafragma con lámina Zr
- 09057-04 XR 4.0 X-ray Con suplemento Compton
- 09056-02 XR 4.0 X-ray Grupo de absorción para rayos X
- 09057-19 XR 4.0 Display-Connect, Kit de emisor y receptor
- 09058-01 XR 4.0 X-ray Monocristales NaCl, kit de 3 unidades
- 09056-04 XR 4.0 X-ray Kit de productos químicos para la absorción de los cantos, 1 kit
- 09058-30 XR 4.0 X-ray Detector de energía de rayos X (XRED)
- 09058-02 XR 4.0 X-ray Soporte de cristal universal para aparato de rayos X
- 09058-09 XR 4.0 X-ray Soporte de muestras para muestras de polvo
- 09058-11XR 4.0 X-ray Soporte de cristal para tomas Laue
- 13727-99 Analizador multicanal, versión ampliada,
- 09058-32 XR 4.0 XRED Cable 50 cm

## Kits

- XRE 4.0 X-ray expert Aparato de rayos X kit básico 09110-88
- XRW 4.0 X-ray Kit complementario wireless Demonstration , 09115-88
- XRP 4.0 X-ray Kit complementario para cuerpos sólidos, 09120-88
- XRC 4.0 X-ray Kit complementario de caracterización, 09130-88
- XRS 4.0 X-ray Kit complementario para análisis de estructuras, 09140-88
- XRI 4.0 X-ray Kit complementario para radiografías, 09150-88
- XRM 4.0 X-ray Kit complementario para análisis de materiales 09160-88
- XRD 4.0 X-ray Dosimetría, Kit complementario de daño por radiaciones, 09170-88
- XRCT 4.0 X-ray Kit complementario de tomografía computerizada, 09180-88



Fig. 13: XR 4.0 Display-Connect.

Para ello se conecta el adaptador TX del Display Connect en el panel de hembrillas exterior (hembrilla Display Connect). El adaptador RX se conecta a la pantalla de lectura a distancia. La selección de los valores se realiza mediante el menú del aparato en el panel de mando.

## 11 INFORMACIÓN DE GARANTÍA

Dentro de la Unión Europea garantizamos los aparatos suministrados por nosotros durante un período de 24 meses, fuera de la unión Europea los garantizamos durante 12 meses. Quedan excluidos de la garantía: Daños causados por el incumplimiento del manual de instrucciones, un manejo indebido o un desgaste natural.

El fabricante solo es responsable del funcionamiento y de la seguridad técnica del aparato si la puesta a punto, el mantenimiento y las modificaciones han sido realizados por él o una empresa autorizada especialmente por él.

**In case of damage of the Security Seal Tape complete loss of warranty**

## 12 ELIMINACIÓN

El embalaje está compuesto principalmente por materiales no contaminantes que deben llevarse a los centros de reciclaje locales.



Este producto no debe eliminarse junto a los residuos domésticos.

Si desea eliminar este aparato envíelo para su eliminación debida a la dirección siguiente:

PHYWE Systeme GmbH & Co. KG

Departamento de servicio de atención al cliente

Robert-Bosch-Breite 10

D-37079 Göttingen

Teléfono +49 (0) 551 604-274

Fax +49 (0) 551 604-246

## 13 ANEXO

Símbolos y señalización de seguridad



Atención, punto de peligro general



Peligro de sustancias radioactivas o rayos ionizantes



Peligro de tensión eléctrica peligrosa