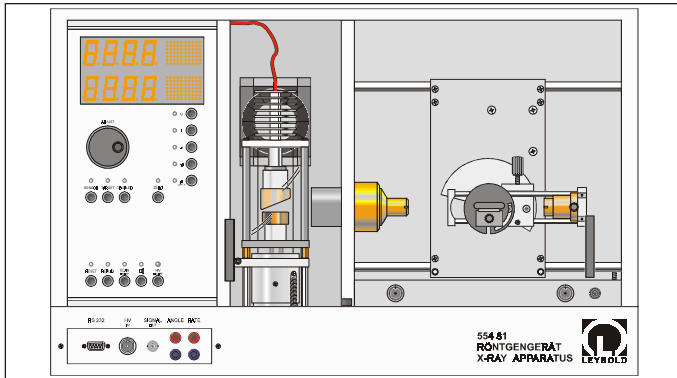


**Leybold Didactic GmbH**  
Lehr- und Didaktiksysteme

11/01-W97-Sel



## Instrucciones de servicio 554 811

Aparato de rayos X (554 811)

Aparato de rayos X, sin Goniometer (554 812)

### Protección contra la radiación, medidas administrativas

Antes de la primera puesta en funcionamiento del aparato de rayos X el usuario debe tener el permiso correspondiente otorgado por las autoridades competentes de acuerdo con las leyes, reglamentos y disposiciones de su país.

En la República Federal de Alemania el funcionamiento del aparato de rayos X está sujeto al reglamento de rayos X (RöV).

La aplicación de la alta tensión para el tubo de rayos X y la generación de rayos X que esto conlleva, sólo es posible si los circuitos de seguridad están cerrados reglamentariamente. Los dos circuitos de seguridad independientes monitorizan las puertas corredizas de vidrio emplomado. Incluso la máxima alta tensión del tubo y la corriente de emisión máxima están integradas a un circuito de seguridad.

La intensidad de dosis local, a 10 cm de distancia de la superficie exterior del aparato, está por debajo de  $1 \mu\text{Sv/h}$  para las condiciones de servicio máximas y no sobrepasadas:  $U = 37 \text{ kV}$  y  $I = 1,2 \text{ mA}$ .

Con ello el aparato de rayos X cumple con las normas referidas al tipo de construcción de un dispositivo de rayos X para la enseñanza y las de un aparato con protección total, siendo homologada bajo la autorización NW 807 / 97 Rö como un aparato de rayos X para la enseñanza y como dispositivo de protección total.

En el aparato de rayos X sólo está permitido abrir las dos puertas corredizas de vidrio emplomado del lado frontal. Si alguien abre piso o chapas laterales (sellados con tornillos de seguridad) automáticamente caduca la homologación y el aparato de rayos X no podrá ser puesto más en servicio. Igualmente se acaba el permiso si se manipula o se efectúan reparaciones en el aparato de rayos X que no sean las establecidas para el montaje de experimentos en el laboratorio. Las reparaciones sólo pueden ser hechas exclusivamente por el fabricante LEYBOLD DIDACTIC GmbH. Unicas excepciones: el cambio del tubo de rayos X y el eventual ajuste de la altura en los tornillos ubicados en los taladros de la chapa del piso hechos en la fábrica.

Como información hacemos mención de que en la República Federal de Alemania se debe llenar un formulario, el cual debe ser actualizado constantemente.

### Instrucciones de seguridad

En el aparato de rayos X se puede generar radiación ionizante con una intensidad de dosis en el cono de irradiación del tubo de rayos X sobre  $10 \text{ Sv/h}$ . Esta intensidad de dosis local puede dañar tejido vivo durante tiempos muy cortos de exposición. Gracias a las medidas de protección y blindaje ex-fábrica incorporadas, la intensidad de dosis fuera del aparato de rayos X se reduce a menos de  $1 \mu\text{Sv/h}$ , un valor que se encuentra en el orden de magnitud de exposición a la radiación natural. A causa de la alta intensidad de dosis en el interior del aparato de rayos X el usuario debe asumir la plena responsabilidad y tomar todas las medidas del caso.

El aparato de rayos X cumple con las normas de seguridad estipulada para los aparatos eléctricos de medición, mando, control y de laboratorio según la norma DIN EN 61010, 1ra. parte, y ha sido diseñada según el tipo de protección I. Se ha previsto su servicio en ambiente secos, apropiados para materiales eléctricos o dispositivos eléctricos. Cuando su uso es apropiado se garantiza un funcionamiento seguro del aparato de rayos X.

- Proteja el aparato de rayos X para que personas no autorizadas no tengan acceso a él.
- Antes de la primera puesta en funcionamiento verifique si el valor de la tensión de conexión a la red, impreso sobre la placa de características, concuerda con el valor de la tensión del lugar.
- Antes de cada puesta en funcionamiento verifique la integridad de la carcasa y los elementos de mando y visualización del aparato de rayos X, en especial de las ventanas y puerta emplomadas, así como del tubo de vidrio emplomado que rodea al tubo de rayos X.
- Adicionalmente verifique el funcionamiento correcto de ambos circuitos de seguridad (véase la sección 6).

*Si se presenta una avería o una deficiencia, no ponga en funcionamiento al aparato de rayos X. Notifique inmediatamente este hecho a la representación de LEYBOLD DIDACTIC GmbH de su país.*

- No experimente con animales vivos en el aparato de rayos X.

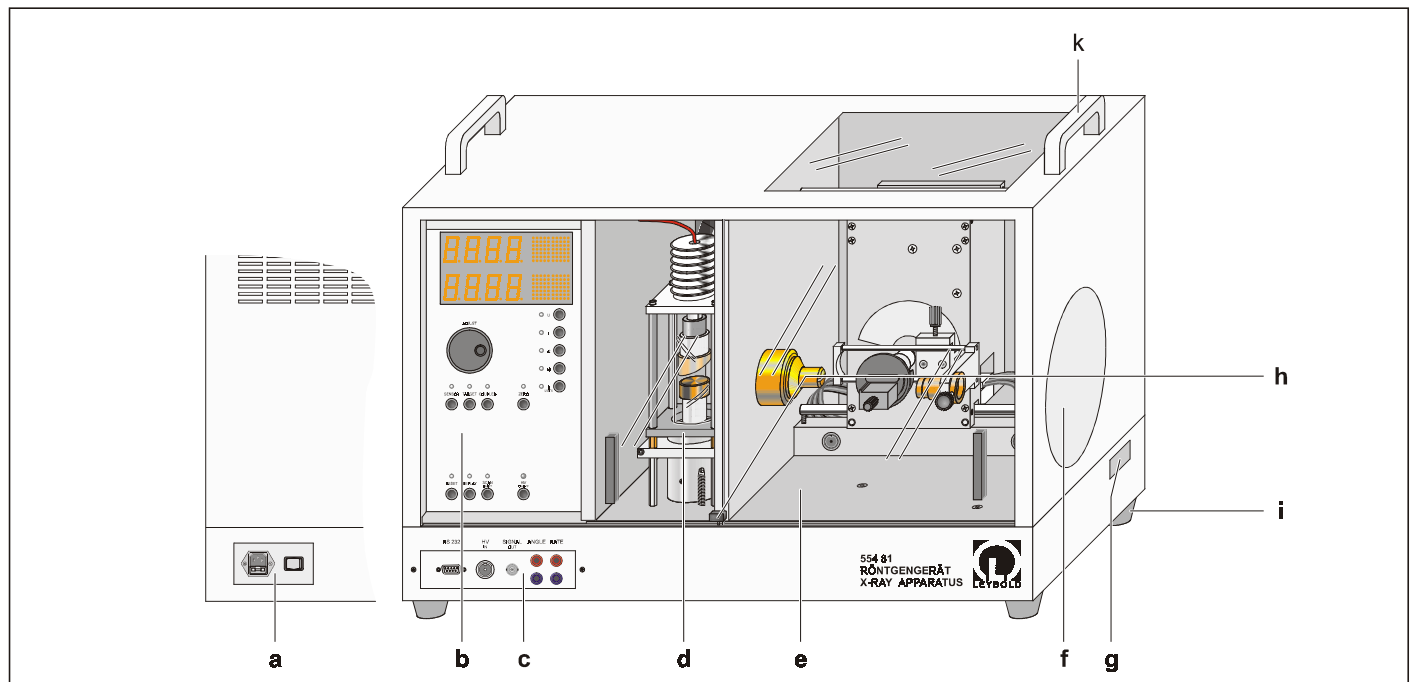
Evite que se sobrecaliente el ánodo en el tubo de rayos X :

- Al poner en funcionamiento el aparato de rayos X verifique si el ventilador de la cámara del tubo gira.

## Indice

<b>1 Vista de conjunto</b>	<b>3</b>	<b>10 Recambio del fusible</b>	<b>11</b>
<b>2 Descripción</b>	<b>3</b>	<b>11 Uso y realización de los ensayos</b>	<b>11</b>
<b>3 Volumen de suministro</b>	<b>4</b>	a) Puesta en funcionamiento del aparato de rayos	11
a) Aparato de rayos X (554 811)	4	b) Elección del parámetro de medición	11
b) Aparato de rayos X, sin Goniometer (554 812)	4	c) Posicionar manualmente brazos del goniómetro	11
<b>4 Datos técnicos</b>	<b>4</b>	d) Experimentos con la pantalla	12
<b>5 Puesta en funcionamiento y transporte</b>	<b>5</b>	e) Modo de servicio "Tiempo de exposición"	12
<b>6 Prueba del funcionamiento de los circuitos de seguridad</b>	<b>5</b>	f) Modo de servicio "Scan automático"	12
<b>7 Componentes</b>	<b>5</b>	g) Modo de servicio "Scan manual"	12
a) Panel de conexión a la red	5	h) )"Reflexión de Bragg" en un cristal de NaCl	12
b) Panel de servicio	5		
c) Panel de conexión	7		
d) Recinto del tubo	8		
e) Recinto de experimentación	8		
f) Pantalla luminiscente	9		
g) Canal vacío	9		
h) Pulsador de seguridad	9		
i) Bases	9		
k) Asideros para el transporte	9		
<b>8 Registro y evaluación de datos</b>	<b>10</b>		
a) Medición de tasas	10		
b) Salida de datos durante un barrido	10		
c) Salida de datos después de un barrido	10		
d) Registro de datos con el programa "Aparato de Rayos X"	10		
e) Registro de datos con otros programas	10		
<b>9 Cuidado y mantenimiento</b>	<b>11</b>		
a) Conservación	11		
b) Limpieza	11		

## 1 Vista de conjunto



- |                                     |   |                                |                                      |
|-------------------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------------|
| <b>a</b> Panel de conexión a la red | <b>d</b> Recinto del tubo (con tubo de rayos X)           | <b>f</b> Pantalla luminiscente | <b>i</b> Bases                       |
| <b>b</b> Panel de servicio          | <b>e</b> Recinto de experimentación (aquí con goniómetro) | <b>g</b> Canal vacío           | <b>k</b> Asideros para el transporte |
| <b>c</b> Panel de conexiones        |   | <b>h</b> Pulsador de seguridad |                                      |

## 2 Descripción

El aparato de rayos X es un equipo completo controlado por microprocesador para ser utilizado en numerosos experimentos del área de Física y otras disciplinas conexas. En el límite entre la Física y la medicina se llevan a cabo experimentos sobre la transmisión de rayos X en objetos y su observación sobre la pantalla luminiscente o en una película para rayos X, así como también experimentos sobre ionización y dosimetría. En el área de física los experimentos comprenden temas desde la Física atómica hasta la Física del estado sólido.

En el aparato de rayos X se puede ajustar manualmente todos los parámetros con lectura de los mismos en un visualizador digital. Los dos brazos del goniómetro de dos circuitos (incluido en el volumen de suministro del 554 811) pueden ser desplazados individualmente o en un acoplamiento 2:1 de forma manual o automática. Como "sensor" se utiliza normalmente un contador Geiger-Müller en el brazo del sensor y como "blanco" un cristal, un difusor o un absorbedor en el brazo del blanco, pivoteándolo o girándolo respectivamente. Adicionalmente se ha incorporado un medidor de tasas para el tubo contador Geiger-Müller. Esto permite utilizar al aparato de rayos X como unidad "stand-alone" (autónoma), conectada a un ordenador mediante una interfaz serie RS232 o a un registrador XY.

Con del aparato de rayos X se pueden realizar los siguientes experimentos.

- Transmisión y fotografía con rayos X
- Ionización y dosimetría
- Atenuación de rayos X en función del material y espesor
- Espectro continuo y líneas características, estudio de fuentes de rayos X
- Estructura fina y modelo de capas del átomo
- Absorción dependiente de la energía y cantos K
- Ley de Moseley y determinación de la frecuencia de Rydberg
- Efecto Compton
- Duane-Hunt (determinación de la constante de Planck a partir de las longitudes de onda límites)
- Reflexión de Bragg para determinar las distancias interplanares en diferentes cristales
- Patrones de Laue y de Debye-Scherrer para estudiar las estructuras cristalinas
- Difractometría de rayos X en láminas metálicas policristalinas y muestras en polvo, textura

### 3 Volumen de suministro

#### a) Aparato de rayos X (554 811)

- 1 Unidad básica para rayos X
- 1 Tubo de rayos X de Mo (554 82)
- 1 Goniómetro (554 83)
- 1 Monocristal de NaCl (554 78)
- 2 Certificaciones de calidad para tubo y unidad de rayos X /\*/
- 2 Copias del permiso de la homologación /\*/
- 1 Instrucciones de servicio 554 811
- 1 Instrucciones de servicio 554 82
- 1 Instrucciones de servicio 554 83
- 1 Disquete "Aparato de rayos X"
- 1 Adaptador Sub D de 25 a 9 polos
- 1 Cable V24, 9 polos (729 769)
- 1 Colimador
- 1 Filtro de circonio
- 1 Placa protectora
- 1 Cubierta de protección contra el polvo
- 1 Llave Allen de 4 mm

#### b) Aparato de rayos X, sin Goniometer (554 812)

- 1 Unidad básica para rayos X
- 1 Tubo de rayos X de Mo (554 82)
- 2 Certificaciones de calidad para tubo y unidad de rayos X /\*/
- 2 Copias del permiso de la homologación /\*/
- 1 Instrucciones de servicio 554 811
- 1 Instrucciones de servicio 554 82
- 1 Disquete "Aparato de rayos X"
- 1 Adaptador Sub D de 25 a 9 polos
- 1 Cable V24, 9 polos (729 769)
- 1 Colimador
- 1 Filtro de circonio
- 1 Placa protectora
- 1 Cubierta de protección contra el polvo
- 1 Llave Allen de 4 mm

/\*/ requeridos en la República Federal de Alemania

### 4 Datos técnicos

Dispositivo de rayos X para la enseñanza y unidad de protección total con homologación NW 807 / 97

Cumple con los valores límites últimamente estipulados en la norma europea 96 / 29 / Euratom del 13.05.1996

Controlado por microprocesador para tubos de alta tensión, corriente catódica y goniómetro

Alta tensión del tubo: 0,0 ... 35,0 kV (tensión continua regulada)

Corriente de emisión: 0,0 ... 1,0 mA

Tubo de rayos X visible con ánodo de molibdeno:  
 $K_{\alpha} = 17,4 \text{ keV (71,1 pm)}$ ,  $K_{\beta} = 19,6 \text{ keV (63,1 pm)}$

Pantalla luminiscente para experimentos de transmisión de rayos X:  $d = 15 \text{ cm}$

Medidor de tasas incorporado:

Tasa interna máxima: 65535 /s

Tasa indicable máxima: 9999 /s

Tensión de alimentación para contador GM: 500 V fija

Tiempo de puerta para medidor de tasas: 1 ... 9999 s

Dos visualizadores de 4 dígitos (25 mm de altura) para alta tensión del tubo, corriente de emisión, tasa, ángulo del sensor y del blanco, rango de barrido, ancho del paso angular o tiempo de medición por paso angular

Modos de servicio: scan automático y manual del goniómetro (sensor o blanco solos, acoplamiento 2:1), tiempo de exposición

Resolución angular del mando del goniómetro:  $0,1^{\circ}$

Rango angular del mando del goniómetro:  
 para blanco:  $0^{\circ} \dots 360^{\circ}$   
 para sensor:  $-10^{\circ} \dots +170^{\circ}$

Pasos:

cable coaxial de alta tensión, cable coaxial BNC, canal vacío para manguera, cable serie, etc.

Salidas:

RS232 para transmisión de datos al ordenador

Salida analógica ANGLE proporcional al ángulo del blanco con  $0,5 \text{ V} / 10 \text{ grados}$  para  $\beta \geq 0^{\circ}$  (precisión:  $\pm 3\%$ )

salida analógica RATE proporcional a la tasa con  $0,5 \text{ V} / 1000 \text{ /s}$  para  $\beta \geq 0^{\circ}$  (precisión:  $\pm 3\%$ )

Circuito de seguridad:

dos relés independientes en las puertas frontales que se desconectan cuando las puertas se abren

Netzanschlussspannung:

siehe Leistungsschild auf der Gehäuse-Rückseite

Consumo de potencia: 120 VA

Sicherung: siehe Sicherungsschild auf der Gehäuse-Rückseite

Dimensiones  $67 \text{ cm} \times 48 \text{ cm} \times 34 \text{ cm}$

Peso: 37 kg

## 5 La puesta en funcionamiento y transporte

El responsable y usuario del aparato de rayos X debe tener un cuidado especial con el equipo y debe tomar todas las medidas y precauciones del caso:

- Inmediatamente después de desembalar el aparato de rayos X verifique si no ha sufrido daños durante el transporte y si está completo (véase la sección 3).

*Si a pesar del embalaje especial para el transporte, el aparato de rayos X ha sufrido daños, entonces no está permitido ponerlo en funcionamiento. Notifíquelo inmediatamente a la representación de LEYBOLD DIDACTIC GmbH de su país.*

- Antes de la primera puesta en funcionamiento verifique el buen funcionamiento de los circuitos de seguridad (véase la sección 6).

El transporte del aparato de rayos X sólo puede ser realizado en el embalaje de transporte original y sobre una paleta:

- Por esta razón conserve el embalaje de transporte original.
- Desmonte el colimador, empáquelo y adjúntelo.
- En caso dado apriete bien los tornillos del goniómetro.

## 6 Prueba del funcionamiento de los circuitos de seguridad

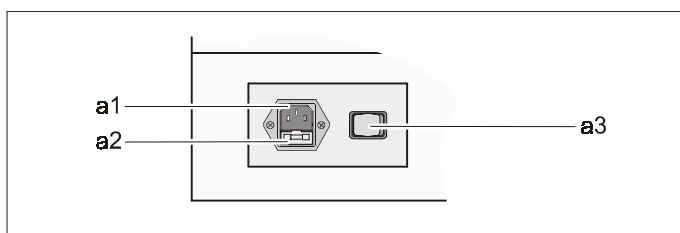
Antes de cada puesta en funcionamiento del aparato de rayos X se debe verificar el buen funcionamiento de los circuitos de seguridad como sigue:

- Conecte el aparato de rayos X a la red de alimentación y enciéndalo con el interruptor de la red (véase la sección 7).
- Cierre las puertas corredizas de vidrio emplomado y asegúrelas.
- Ajuste la corriente de emisión  $I = 1$  mA y la alta tensión del tubo  $U = 5$  kV (véase la sección 7).
- Accione el pulsador HV ON/OFF y verifique si la lámpara piloto de la alta tensión se hace intermitente a través del pulsador HV ON/OFF y verifique también si el cátodo del tubo de rayos X ilumina.
- Oprima hacia abajo el pulsador de seguridad entre las puertas corredizas de vidrio emplomado y verifique si el calentamiento del cátodo se apaga (el filamento de calentamiento no iluminamás).
- Abra una tras otra las puertas de vidrio del recinto del tubo y del recinto de experimentación y verifique en cada caso si la lámpara piloto de la alta tensión se extingue.

*Si el aparato de rayos X no se comporta correctamente, no está permitido seguir trabajando con él de ninguna manera. Notifique inmediatamente a la representación de LEYBOLD DIDACTIC GmbH respectiva.*

## 7 Componentes

### a) Panel de conexión a la red:

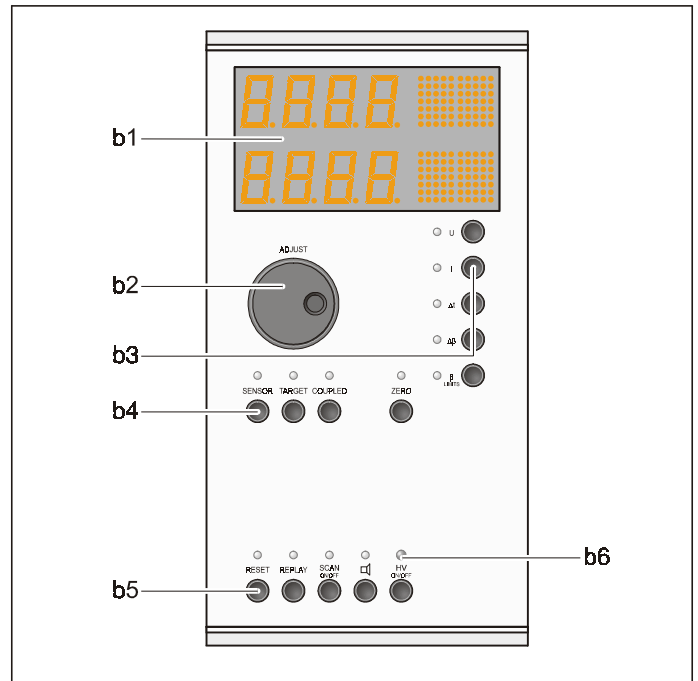


- a1 Hembrilla de conexión a la red
- a2 Portafusible
- a3 Interruptor de red

### b) Panel de servicio:

El servicio del aparato de rayos X se realiza con ayuda de varios pulsadores para seleccionar los parámetros y el modo de operación, un ajustador giratorio para el ajuste del valor deseado del parámetro seleccionado y un panel visualizador, en el que se visualiza el valor ajustado. A cada pulsador se le ha asignado un LED que indica la selección respectiva.

Algunos pulsadores se encuentran bloqueados según el estado de operación del aparato de rayos X. Especialmente si el goniómetro (554 83) no se encuentra conectado algunos pulsadores no tienen función alguna.



- b1 Panel visualizador
- b2 Ajustador giratorio
- b3 Pulsador para la selección del parámetro
- b4 Pulsador para la selección del modo Scan
- b5 Pulsador de comando
- b6 Lámpara piloto de la alta tensión

### b1) Panel visualizador:

Panel visualizador superior: indica la tasa actual

Panel visualizador inferior: indica la variable seleccionada con un pulsador

(altura de los dígitos: 25 mm, unidad: matriz de puntos con LEDs)

En el modo Scan "Coupled" (acoplado) en el panel inferior se visualiza la posición angular del blanco y en el panel superior se visualiza alternadamente la tasa y la posición angular del sensor cuando se pulsa repetidamente el pulsador COUPLED.

### b2) Ajustador giratorio ADJUST:

permite el ajuste de los valores deseados.

El potenciómetro incremental puede ser girado hacia delante o hacia atrás y tiene un comportamiento dinámico, es decir, al ser girado rápidamente el paso se hace mayor que el paso cuando el giro es lento. Los valores son aceptados después de oprimir un pulsador.

**b3) Pulsador para la selección de los parámetros:**

Pulsador U:

activa la visualización y ajuste de la alta tensión del tubo *U*.

Rango de valores: 0,0-35,0 kV

Paso: 0,1 kV

Predeterminado: 5,0 kV

Se visualiza el valor ajustado y no depende si está siendo aplicada o no la alta tensión del tubo (véase el pulsador SCAN ON/OFF y HV ON/OFF).

Pulsador I:

activa la visualización y el ajuste de la corriente de emisión *I*.

Rango de valores: 0,00-1,00 mA

Paso: 0,01 mA

Predeterminado: 0,00 mA

Se visualiza el valor ajustado y no depende si fluye o no la corriente de emisión.

Pulsador  $\Delta t$ :activa la visualización y el ajuste del tiempo de medición (por paso angular)  $\Delta t$ .

Rango de valores: 1-9999 s

Paso: 1 s

Predeterminado: 1 s

Pulsador  $\Delta\beta$ :

con el goniómetro (554 83) incorporado activa la visualización y el ajuste del paso angular  $\Delta\beta$  para el modo de servicio "scan automático"

Rango de valores: 0,0°-20,0°


Paso: 0,1°


Predeterminado: 0,1°


Con el ajuste  $\Delta\beta = 0,0^\circ$  se desactiva el modo de servicio "scan automático" y se activa el modo de servicio "tiempo de exposición".

Pulsador  $\beta$  LIMITS:

con el goniómetro (554 83) incorporado activa la visualización y el ajuste del límite angular inferior o superior para el modo de servicio "scan automático". Si se elige un límite superior menor que el inferior, no se puede iniciar una medición. La indicación es intermitente hasta que este estado haya sido cambiado.

Después de oprimir por primera vez el pulsador, en el panel visualizador se muestra el símbolo . El límite angular inferior puede ser ajustado.

Después de oprimir por segunda vez el pulsador, en el panel visualizador se muestra el símbolo . El límite angular superior puede ser ajustado.

El símbolo  en el panel visualizador indica el ajuste  $\Delta\beta = 0,0^\circ$ . El modo de servicio "scan automático" está desactivado.

**b4) Pulsador para la selección del modo Scan::**

Pulsador SENSOR:

con el goniómetro (554 83) incorporado este pulsador activa el modo Scan "Sensor" en los modos "scan automático" o "scan manual".

Los límites angulares del brazo del sensor para el "scan automático" pueden ser fijados. El brazo del sensor puede ser desplazado manual o automáticamente. En el panel visualizador inferior se indica la posición angular del sensor.

Pulsador TARGET:

con el goniómetro (554 83) incorporado este pulsador activa el modo Scan "Target" en los modos "scan automático" o "scan manual".

Los límites angulares del brazo del blanco para el "scan automático" pueden ser fijados. El brazo del blanco puede ser desplazado manual o automáticamente. En el panel visualizador inferior se indica la posición angular del blanco.

Pulsador COUPLED:

con el goniómetro (554 83) incorporado este pulsador activa el modo Scan "Coupled" en los modos "scan automático" o "scan manual".

Los límites angulares del brazo del blanco para el "scan automático" pueden ser fijados. Los brazos del sensor y blanco se pueden desplazar manual o automáticamente con el acoplamiento angular 2:1. Para el movimiento manual, el punto de referencia para el acoplamiento 2:1 es la posición angular del blanco y sensor que se tiene antes de oprimir el pulsador COUPLED; para el movimiento automático es la posición instrumental del cero.

En el panel visualizador inferior se visualiza la posición angular del blanco. Al oprimir reiteradamente el pulsador COUPLED en el panel visualizador superior se muestra alternadamente la tasa y la posición angular del sensor.

Pulsador ZERO:

con el goniómetro (554 83) incorporado este pulsador mueve el brazo del blanco y el brazo del sensor hacia la posición instrumental del cero (véase las instrucciones de servicio del goniómetro).

**b5) Pulsador de comando :**

Pulsador RESET:

con el goniómetro (554 83) incorporado este pulsador mueve el brazo del blanco y el brazo del sensor hacia la posición instrumental del cero y pone todos los parámetros a los valores pre-determinados ex-fábrica.

La alta tensión del tubo se desconecta.

Pulsador REPLAY:

activa la lectura de la memoria de datos.

En el panel visualizador se representan las posiciones angulares, solicitadas manualmente mediante el ajustador giratorio ADJUST, y las tasas respectivas promediadas en el tiempo de medición  $\Delta t$  y son entregadas a través de la interfaz serie RS232. En las hembrillas de salida ANGLE y RATE se entregan las tensiones respectivas..

Con el goniómetro incorporado (554 83) la posición del brazo del goniómetro permanece sin cambiar.

Los valores medidos pueden ser llamados las veces que uno quiera, siempre que el pulsador RESET o SCAN no sean oprimidos y que el aparato de rayos X no esté desconectado.

Pulsador Taster SCAN ON/OFF:

conecta la alta tensión del tubo cuando el circuito de seguridad está cerrado y activa el inicio del programa de medición. Los valores medidos son depositados en la memoria de datos.

El pulsador sólo puede ser accionado en combinación con uno de los pulsadores SENSOR, TARGET o COUPLED (modo de servicio: "scan automático") o para  $\Delta\beta = 0.0^\circ$  (modo de servicio: "tiempo de exposición").

En el modo de servicio "scan automático" se recorre primero la posición instrumental del cero y luego el límite angular inferior. Después se conecta la alta tensión del tubo. Tan pronto se aplica la alta tensión y fluye una corriente de emisión, empieza el barrido. Los puntos inicial y final son fijados con los límites angular inferior y superior mediante  $\beta$  LIMITS.

En el modo de servicio "tiempo de exposición" se conecta la alta tensión del tubo. Tan pronto se aplica la alta tensión y fluye una corriente de emisión, el cronómetro comienza a correr en sentido antihorario para indicar el tiempo de exposición restante.

Pulsador :

activa y desactiva la indicación acústica de los impulsos para el sensor.

Pulsador HV ON/OFF:

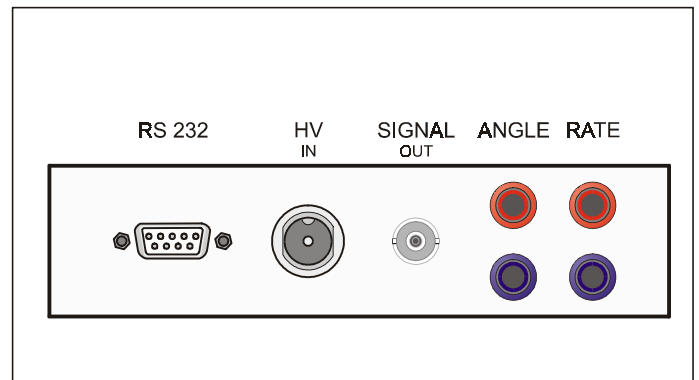
conecta y desconecta la alta tensión del tubo.

El encendido de la alta tensión del tubo sólo es posible si el circuito de seguridad está cerrado.

**b6) Lámpara de control de alta tensión:**

se hace intermitente cuando la alta tensión del tubo está conectada.

La alta tensión del tubo puede ser conectada con los pulsadores SCAN o HV ON/OFF.

**c) Panel de conexión:**

Salida RS232:

Conexión de 9 polos serie SubD según configuración del PC IBM AT.

La interfaz RS232 está separada galvánicamente del aparato de rayos X (optoelectrónicamente). La conexión al ordenador se realiza mediante un cable 1:1, en el cual sólo se emplea tres líneas Rx/D, Tx/D y tierra.

Entrada HV IN:

Entrada de alta tensión, unida con la salida de alta tensión HV OUT en la barra de conexión del ambiente de experimentación.

La entrada de alta tensión permite realizar experimentos, por ejemplo, con un contador Geiger-Müller, que funciona con un contador externo.

Salida SIGNAL OUT:

Salida BNC, unida con la salida entrada BNC SIGNAL IN en la barra de conexión del ambiente de experimentación.

La salida BNC permite realizar experimentos con sensores con conexión BNC.

Salida ANGLE:

Salida analógica para conectar un registrador XY.

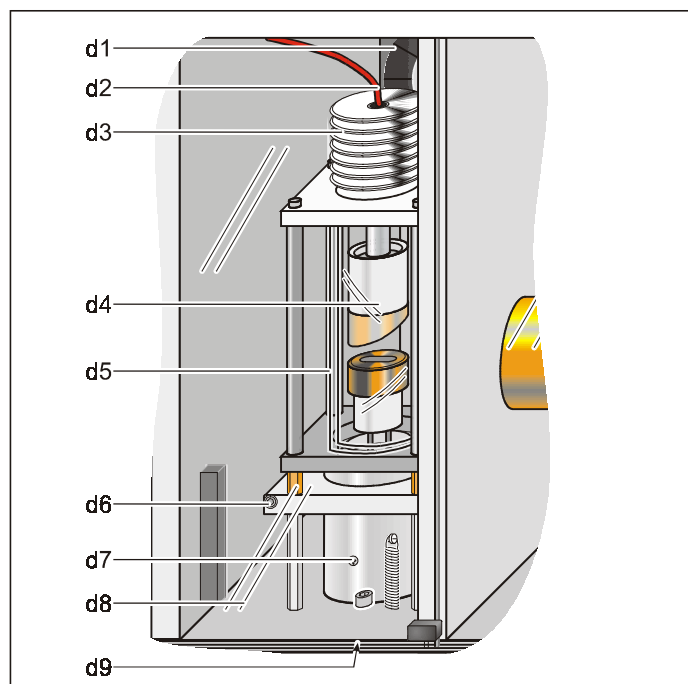
Luego de oprimir el pulsador SCAN o REPLAY se entrega una tensión de 0,5 V / 10 grados proporcional al ángulo, para el brazo del blanco del goniómetro.

Salida RATE:

salida analógica para conectar un registrador XY.

Después de oprimir el pulsador SCAN o REPLAY se entrega una tensión de 0,5 V / 1000 /s proporcional a la tasa.



**d) Recinto del tubo:**

- d1 Ventilador
- d2 Cable de alta tensión
- d3 Disipador de calor
- d4 Tubo de rayos X
- d5 Tubo de vidrio emplomado
- d6 Tornillo de apriete
- d7 Portatubo con tornillo de fijación
- d8 Puerta corrediza de vidrio emplomado
- d9 Tornillo de ajuste en altura (en el piso del aparato de rayos X)

El recinto del tubo sirve para recibir al tubo de rayos X y como dispositivo de blindaje del tubo de rayos X.

Por la puerta corrediza de vidrio emplomado situada delante del recinto del tubo y por el tubo de vidrio emplomado circundante al tubo de rayos X es posible observar directamente al tubo de rayos X durante su funcionamiento. De esta forma se puede, por ejemplo, observar la variación de la temperatura del cátodo al variar la corriente de emisión.

**Montaje y desmontaje del tubo de rayos X:**

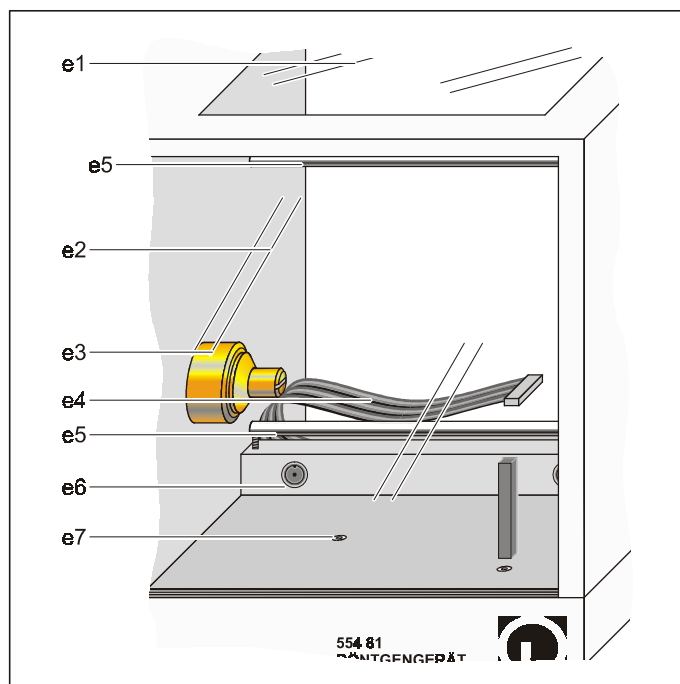
El tubo de vidrio emplomado del recinto del tubo no debe ser retirado. Por esta razón sus tornillos de fijación han sido sellados.

- No desatornille los tornillos de fijación.

véase las instrucciones de servicio del tubo de rayos X de Mo (554 82) o del tubo de rayos X de Cu (554 85).

**Ajuste de la altura del tubo de rayos X:**

véase las instrucciones de servicio del tubo de rayos X de Mo (554 82) o del tubo de rayos X de Cu (554 85).

**e) Recinto de experimentación:**

- e1 Asiento del colimador
- e2 Rieles guía
- e3 Cable plano, con conector múltiple
- e4 Barra de conexión
- e5 Hembrillas de fijación
- e6 Ventana de vidrio emplomado
- e7 Puerta corrediza de vidrio emplomado

El recinto de experimentación sirve para alojar los dispositivos de experimentación, como por ejemplo, el goniómetro (554 83), el soporte de películas de rayos X (554 838) o el condensador de placas para rayos X (554 840) que se sujetan en las hembrillas de fijación.

A través de la puerta corrediza de vidrio emplomado delante del recinto del tubo y la luna de vidrio emplomado por sobre el recinto de experimentación se puede observar de muy cerca los dispositivos de experimentación, aún durante el funcionamiento del tubo de rayos X.

**Regleta de conexiones:**

Entrada GM TUBE INTERNAL RATEMETER:

Hembrilla coaxial para conectar un tubo contador con ventanilla (559 01).

Salida HV OUT:

Salida de alta tensión, unida con la entrada de alta tensión HV IN en el panel de conexiones.

La salida de alta tensión permite por ejemplo realizar experimentos con un contador Geiger-Müller que funciona con un contador externo.

Entrada SIGNAL IN:

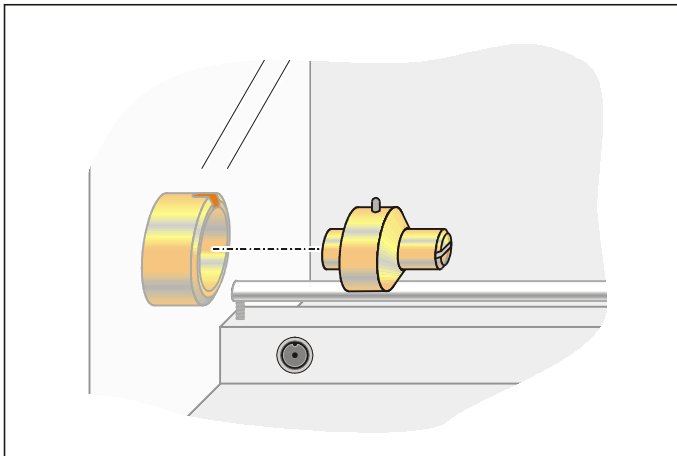
Entrada BNC, unida con la salida BNC SIGNAL OUT en el panel de conexiones.

La entrada BNC permite por ejemplo el empleo de sensores con conexión BNC.

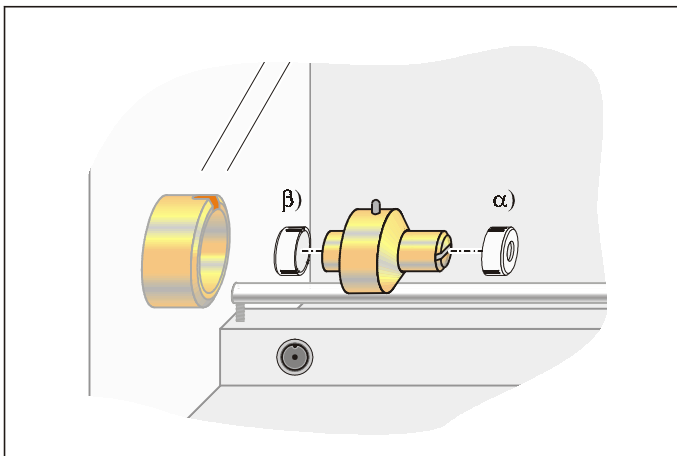


**Montaje del goniómetro:**

véase las instrucciones de servicio del goniómetro (554 83).

**Montaje del colimador:**

- Gire el colimador de tal forma que el pasador guía esté alineado con la ranura respectiva del asiento del colimador y la rendija del colimador se encuentre en posición horizontal.
- Empuje el colimador hasta que el cogebolas quede encajado en la ranura del asiento del colimador.

**Montaje del filtro de circonio:**

α) Normalmente hay que:

- enchufar el filtro de circonio en el colimador

β) Si se emplea el accesorio Compton para rayos X-ray (554 836):

- desmontar el colimador.
- colocar el filtro de circonio sobre el extremo delantero del colimador.
- Montar el colimador junto con el filtro de circonio.

**f) Pantalla luminiscente:**

La pantalla luminiscente es una luna de vidrio emplomado recubierta con un material fluorescente e impermeable a la luz, apropiada para el recinto de experimentación, y que sirve como simple medio detector de rayos X, por ejemplo, en los experimentos de transmisión de rayos X a través de objetos de diferentes capacidades de absorción. La "observación directa" de los rayos X que inciden es posibilitada por la excitación de fenómenos luminiscentes. El diámetro es elegido de tal manera que la pantalla queda completamente iluminada cuando el colimador no está montado.

Para proteger la capa fluorescente de la luz exterior se debe colocar nuevamente la placa de protección suministrada después de terminar con el experimento.

**g) Canal vacío:**

El canal vacío une el recinto de experimentación con el exterior de la carcasa. Ha sido diseñado como un laberinto por razones de protección contra la radiación, de tal manera que el recinto de experimentación pueda ser accedido desde afuera, aún cuando las puertas corredizas de vidrio emplomado están cerradas y se produzcan rayos X.

La sección transversal rectangular del canal vacío (60 mm × 20 mm) permite, por ejemplo, el paso de un conector D-Sub de 25 polos o la toma de una manguera de bomba para evacuar la cámara de ionización.

**h) Pulsador de seguridad:**

debe ser oprimido hacia abajo para abrir las puertas corredizas de vidrio emplomado que han sido cerradas correctamente.

Al accionar el pulsador de cierre la corriente de emisión es desconectada.

**i) Bases**

Después de desempacar del embalaje de transporte original el aparato de rayos X sólo puede ser colocado sobre las bases.

**k) Asideros para el transporte:**

Fuera del embalaje original del transporte el aparato de rayos X sólo puede ser transportado utilizando los asideros especiales para ello.

## 8 Registro y evaluación de datos

### a) Medición de tasas:

El aparato de rayos X genera internamente una alta tensión para un contador Geiger-Müller, y mide continuamente sus cuentas de impulsos y los indica (independiente del tiempo de medición seleccionado  $\Delta t$ ) después de cada segundo como tasas de conteo (1/s) (número de cuentas por segundo) en el panel visualizador superior. Si no se ha conectado un tubo contador la indicación es 0.

Todas las tasas medidas son entregadas continuamente a través de la interfaz serie RS232. Después de oprimir el pulsador SCAN las tasas medidas son depositadas en una memoria de datos.

### b) Salida de datos durante un barrido:

La posición angular del brazo del goniómetro en modo Scan y la tasa son representadas en el panel visualizador del aparato de rayos X. Cada segundo se actualiza la indicación angular y la tasa de conteo con cada nueva posición del brazo del goniómetro.

Para el registro asistido por ordenador después de cada segundo se transmiten todos los parámetros, la posición angular y la tasa a través de la interfaz serie RS232. Al término del tiempo de medición  $\Delta t$  por paso angular se entrega, además, el número de impulsos durante el tiempo de medición total. Los elementos están separados mediante caracteres en blanco, para facilitar la transmisión a los programas de evaluación.

Para el registro con un registrador, en las hembrillas de salida ANGLE y RATE se dispone de tensiones proporcionales al ángulo y a la tasa. Cada una de las tensiones cambia después de alcanzar el tiempo de medición seleccionado  $\Delta t$  por paso angular. La tensión en la salida RATE corresponde al valor promedio de la tasa en el tiempo de medición  $\Delta t$ .

### c) Salida de datos después de un barrido:

Al término de un barrido el contenido de toda la memoria de datos puede ser llamado con el pulsador REPLAY. A tal efecto, con el ajustador giratorio ADJUST se debe recorrer manualmente las posiciones angulares del brazo del goniómetro configurado en el modo Scan.

En el panel visualizador se mostrará la posición angular y la tasa promediada en el tiempo de medición  $\Delta t$  por paso angular. A través de las hembrillas de salida ANGLE y RATE se entregan las tensiones proporcionales. El flujo de datos a través de la interfaz serie RS232 contiene el número de impulsos durante el tiempo de medición  $N(\Delta t)$  (véase más adelante).

Formato del flujo de datos a través de la interfaz serie RS232

XRy1.0	Número de la versión del software
1	Caracteres de la actividad: 0 Sin, 1 Scan, 2 Replay
S=C, S o T	Modo Scan: C Coupled, S Sensor, T Target
U=35.0kV	Alta tensión del tubo
I=1.0mA	Corriente de emisión
$\beta 1=2.5^\circ$	Límite inferior del barrido
$\beta 2=61.5^\circ$	Límite superior del barrido
$d\beta=0.1^\circ$	Paso
$dt=3s$	Tiempo de medición por paso angular
$\beta T= 4.1^\circ$	Angulo actual del blanco
$\beta S= 8.2^\circ$	Angulo actual del sensor
R= 397 /s	Tasa durante un segundo
$N(dt)= 1108$	Número de impulsos durante el tiempo de medición (aquí 3 s)

### d) Registro de datos con el programa Aparato de Rayos X:

El flujo de datos a través de la interfaz serie puede ser registrado, representado y evaluado con el programa "Aparato de Rayos X" que está incluido en el volumen de suministro. La instalación del programa "Aparato de Rayos X" presupone que el usuario ya dispone de un ordenador configurado correctamente con el sistema operativo Windows 95/NT o más arriba. El programa contiene una ayuda detallada de todas las funciones, así como numerosos consejos e indicaciones para los experimentos. Esta ayuda puede ser llamada con F1 luego de iniciar el programa e incluso ser impresa. El archivo de ayuda "Xray.hlp" se encuentra en el mismo directorio que el programa Aparato de Rayos X. Esta ayuda puede ser llamada con un doble clic en el Explorador de Windows95 y luego ser impresa.

La instalación del programa "Aparato de Rayos X" se realiza a través del programa "setup.exe" del disquete suministrado, después de elegir el idioma y el directorio de instalación. Al término de la instalación el programa se encuentra en el menú de inicio bajo "Programas" → "Aparato de Rayos X". Este puede ser desinstalado posteriormente en "Panel de control" bajo "Software". En caso de actualizaciones (updates) (ampliaciones, correcciones de errores) usted puede obtenerlas de nuestro servidor Internet "http://www.leybold-didactic.com".

Después de iniciar el programa hay que configurar la interfaz serie mediante la tecla F5 ("Ajustes" → "General"). Si desea cambiar el idioma hágalo en este punto. Si hay problemas con el carácter de separación decimal cámbielo en la configuración regional (Windows 95: "Panel de control" → "Configuración regional" → "Número").

Si al inicio del programa se muestra el mensaje de error "No se ha encontrado el aparato de rayos X", entonces se debe a lo siguiente:

- o bien el aparato de rayos X está desconectado,
- o el cable serie entre el aparato de rayos X y el ordenador no está correctamente conectado,
- o la configuración de la interfaz no es correcta,
- o el pulsador REPLAY ha sido oprimido.

### e) Registro de datos con otros programas:

Para la evaluación con otros programas también es posible convertir el flujo de datos en un archivo de texto mediante el programa de transmisión "Hyper Terminal" (en los accesorios de Windows 95) o el programa de transmisión "Terminal" (grupo principal de Windows 3.1). Para mayor información sobre el uso de otros programas de transmisión consulte los manuales del sistema operativo o la ayuda en línea.

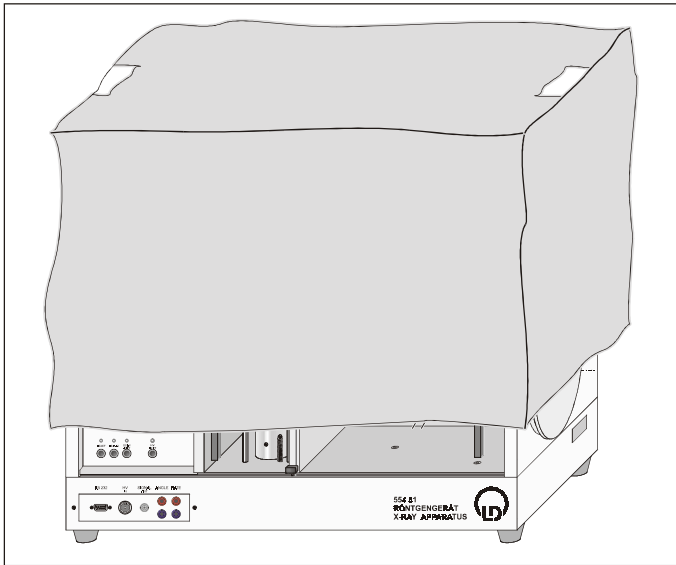
Ajustes del programa terminal para la transmisión de datos:

- Velocidad de transmisión: 9600 baudios
- Bits de datos: 8 bits
- Bits de parada: 1
- Paridad: ninguna
- Protocolo: ninguno
- Conexión: a elegir (normalmente COM2)

```
XRy1.0 1 S=C U=35.0kV I=1.0mA  $\beta 1=2.5^\circ$   $\beta 2=61.5^\circ$   $d\beta=0.1^\circ$   $dt=3s$   $\beta T= 4.1^\circ$   $\beta S= 8.2^\circ$  R= 372 /s
XRy1.0 1 S=C U=35.0kV I=1.0mA  $\beta 1=2.5^\circ$   $\beta 2=61.5^\circ$   $d\beta=0.1^\circ$   $dt=3s$   $\beta T= 4.1^\circ$   $\beta S= 8.2^\circ$  R= 339 /s
XRy1.0 1 S=C U=35.0kV I=1.0mA  $\beta 1=2.5^\circ$   $\beta 2=61.5^\circ$   $d\beta=0.1^\circ$   $dt=3s$   $\beta T= 4.1^\circ$   $\beta S= 8.2^\circ$  R= 397 /s |  $N(dt)= 1108$ 
```

## 9 Cuidado y mantenimiento

### a) Conservación:

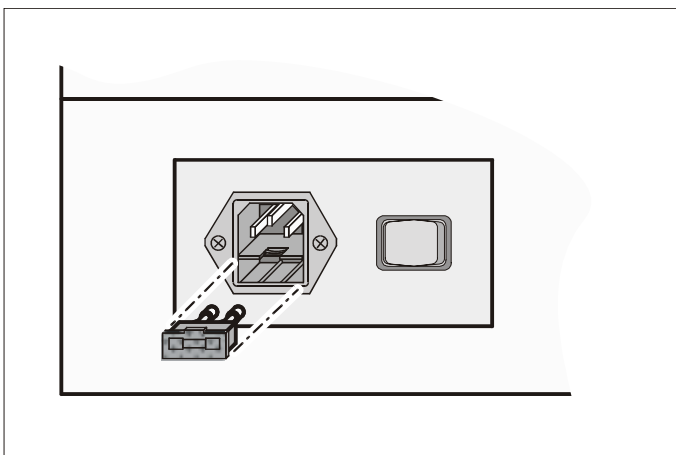


- Para proteger la capa fluorescente de la pantalla frente a la luz exterior ponga la placa de protección.
- En periodos largos cubra el aparato de rayos X con la cubierta protectora del polvo suministrada.

### b) Limpieza:

- Limpie todas las superficies de vidrio del aparato de rayos X sólo con un limpiador de vidrio suave (el vidrio emplomado es muy suave y se raya fácilmente.)
- No limpie las superficies laqueadas del aparato de rayos X con agentes de limpieza agresivos.

## 10 Recambio del fusible



- Extraiga el portafusible.
- Verifique que el fusible de reserva tenga el valor correcto (véase los datos técnicos) y reemplace el fusible dañado por el fusible de reserva.
- Introduzca nuevamente el portafusible.

## 11 Uso y realización de los ensayos

### a) Puesta en funcionamiento del aparato de rayos X:

- Realice la conexión a la red y encienda el aparato de rayos X.
- Oprima el pulsador U.
- Con el potenciómetro ADJUST ajuste por ej.  $U = 20 \text{ kV}$ :  
En el panel visualizador se indicará el valor deseado.
- Oprima el pulsador I.
- Con el potenciómetro ADJUST ajuste por ej.  $I = 1,00 \text{ mA}$ :  
En el panel visualizador se indicará el valor deseado.
- Verifique si las puertas corredizas de vidrio emplomado se encuentran cerradas, y oprima el pulsador HV ON/OFF:  
La lámpara piloto de la alta tensión se hace intermitente y el cátodo incandescente del tubo ilumina. Se está generando rayos X.
- Oprima el pulsador I y con el potenciómetro giratorio ADJUST varíe la corriente de emisión  $I$ :  
La luminosidad del cátodo incandescente varía.

### b) Elección del parámetro de medición:

- Oprima el pulsador U, I,  $\Delta t$ ,  $\Delta \beta$  o  $\beta$  LIMITS.
- Con el potenciómetro ADJUST ajuste el valor deseado:  
En el panel visualizador se indicará el valor deseado.
- Oprima cualquier pulsador.  
La elección del parámetro ha concluido.

### c) Posicionar manualmente brazos del goniómetro:

El goniómetro debe ser ajustado exclusivamente mediante los motores paso a paso eléctricos:

- No bloquee el brazo del blanco y el brazo del sensor del goniómetro y no desplazarlo por la fuerza.

o bien:

- Oprima el pulsador SENSOR o TARGET.
- Con el potenciómetro giratorio ADJUST ajuste el valor deseado para el ángulo:  
En el panel visualizador se indicará el valor deseado, el brazo del sensor o el brazo del blanco se moverán hacia la posición angular deseada.

o bien:

- Oprima el pulsador COUPLED.
- Con el pulsador ADJUST ajuste el ángulo del blanco deseado:  
En el panel visualizador se indicará el valor deseado, el brazo del blanco se moverá hacia la posición angular deseada, el brazo del sensor se moverá simultáneamente con el doble paso angular.

Nota: Es válido sólo cuando "Ángulo del sensor =  $2 \times$  ángulo del blanco", si anteriormente con el pulsador ZERO ha marchado hacia la posición instrumental del cero.

**d) Experimentos con la pantalla:**

Los experimentos con la pantalla permiten mostrar la propagación lineal de los rayos X. Además, aquí también se puede observar la influencia de los parámetros corriente de emisión y alta tensión del tubo sobre la luminosidad y contraste de la pantalla.

- Realice los experimentos en una habitación oscura.
- Retire la placa de protección de la pantalla y desmonte el colimador.
- Colocar el objeto a radiar muy cerca de la pantalla para generar una imagen nítida. Para generar una imagen aumentada alejarlo de la pantalla pero siempre en el trayecto de los rayos.
- Cierre las puertas corredizas de vidrio emplomado del aparato de rayos X.
- Ajuste los valores deseados para los parámetros de medición  $I$  y  $U$  y conecte la alta tensión del tubo con el pulsador HV ON/OFF.
- Varíe los parámetros de medición  $I$  y  $U$ .
- Después de terminar con los experimentos coloque la placa de protección.

**e) Modo de servicio "Tiempo de exposición":**

En el modo de servicio "tiempo de exposición" se puede especificar por ejemplo el tiempo de exposición de las películas fotográficas o el tiempo de medición de las mediciones de las tasas individuales.

- Monte el accesorio recomendado (por ej. goniómetro y sensor o soporte de películas para rayos X).
- En caso dado conduzca manualmente el brazo del sensor o el brazo del blanco del goniómetro hasta la posición deseada utilizando el potenciómetro ADJUST.
- Elija los parámetros de medición  $I$  y  $U$ .
- Ajuste el paso angular  $\Delta\beta = 0.0^\circ$ .
- Ajuste el tiempo de medición  $\Delta t$ .
- Inicie la medición con el pulsador SCAN:  
En el panel visualizador se cuenta regresivamente hasta cero el tiempo de medición restante. El brazo del sensor y el brazo del blanco permanecen en el lugar elegido.
- Pasado el tiempo de medición oprima el pulsador REPLAY.  
En el panel visualizador se mostrará la tasa promediada en el tiempo de medición  $\Delta t$ .

**f) Modo de servicio "Scan automático":**

En el modo de servicio "scan automático" automáticamente se mueven los brazos del goniómetro después de oprimir el pulsador Scan. Aquí se puede elegir entre los modos de barrido "Target", "Sensor" o "Coupled".

Durante un barrido en la indicación se visualiza la tasa actual y la posición del blanco, o en el modo Scan "Coupled" la posición del sensor y del blanco. (Véase Pulsador COUPLED). Además, todos los valores medidos (ángulos y tasas) son almacenados en el aparato de rayos X.

- Para elegir el modo Scan oprima el pulsador TARGET, SENSOR o COUPLED.
- Oprima el pulsador  $\beta$  LIMITS y con el ajustador giratorio ADJUST ajuste el límite inferior del barrido.
- Oprima nuevamente el pulsador  $\beta$  LIMITS y con el ajustador giratorio ADJUST ajuste el límite superior del barrido.

- Elija los parámetros de medición  $I$  y  $U$ .
- Elija un ancho de paso angular  $\Delta\beta$ .
- Ajuste del tiempo de medición por paso angular deseado  $\Delta t$ .
- En caso dado conecte el ordenador a través de la interfaz serie RS232 y arranque el aparato de rayos X.
- Inicie el "Scan automático" con el pulsador SCAN.
- En caso dado oprima el pulsador REPLAY y con el ajustador giratorio ADJUST solicite los datos medidos almacenados para cada paso angular.

**g) Modo de servicio "Scan manual":**

En el modo de servicio "Scan manual" el movimiento de los brazos del goniómetro se realiza manualmente mediante ADJUST. Aquí se puede elegir entre los modos de barrido "Target", "Sensor" o "Coupled".

- Para elegir el modo Scan oprima el pulsador TARGET, SENSOR o COUPLED.
- Seleccione los parámetros de medición  $I$  y  $U$ .
- Ajuste el tiempo de medición por paso angular  $\Delta t = 1s$ .
- En caso dado conecte el ordenador a través de la interfaz serie RS232 y arranque el programa Aparato de rayos X.
- Dirija manualmente el brazo del goniómetro con ADJUST hacia la posición angular deseada.
- Espere unos 2 s, hasta que el panel visualizador muestre la tasa para la nueva posición angular, y anote la tasa.

Nota: En caso de tasas pequeñas, que se presentan por ejemplo con órdenes de difracción mayores de la reflexión de Bragg, se puede activar un tiempo de exposición para determinar más exactamente las tasas para cada posición angular. Luego, pasado el tiempo de medición en cada posición angular se debe oprimir el pulsador REPLAY para visualizar la tasa respectiva. La desventaja de ello es que este procedimiento toma demasiado tiempo.

**h) "Reflexión de Bragg" en un cristal de NaCl:**

- Monte el colimador.
- Monte completamente el goniómetro (554 83).
- Monte el tubo contador con ventanilla (559 01) como sensor.
- Monte el cristal de NaCl para la reflexión de Bragg (554 78) como blanco.
- En caso dado ajuste la posición instrumental del cero.
- Seleccione los parámetros de medición  $U$ ,  $I$ ,  $\Delta t$  y  $\Delta\beta$ :  
(por ej.:  $U = 35,0$  kV,  $I = 1,0$  mA,  $\Delta t = 10$  s y  $\Delta\beta = 0,1^\circ$ ).
- Oprima el pulsador COUPLED.
- Ajuste el límite inferior y superior del ángulo del blanco a los valores deseados: (por ej.:  $2,5^\circ$  y  $30^\circ$ )
- Conéctelo con el ordenador a través de la interfaz serie RS232 utilizando el programa "Aparato de rayos X"; arranque el programa.
- Oprima el pulsador SCAN para iniciar el registro.